

中国科学院
南京地质古生物研究所集刊

第五号

科学出版社

南京地质古生物研究所集刊 第五号

目 录

从藻化石和迭层石论中国震旦系划分和对比 曹瑞骥、梁玉左 (1)
生物-环境控制论及其在寒武纪生物地层学上和古动物地理上的应用
..... 卢衍豪、朱兆玲、钱义元、林焕令、周志毅、袁克兴 (27)
近年来中国二迭纪生物地层学的进展 盛金章、李星学 (117)

58.317
29/
15

中国科学院

南京地质古生物研究所集刊

第五号



科学出版社

1974

中科院植物所图书馆



S0003367

20116

内 容 简 介

“集刊”第五号包括生物地层学论文三篇：

《从藻化石和迭层石论中国震旦系划分和对比》一文根据古藻及迭层石组合特征论述了我国震旦系的划分、对比问题，认为南方所谓整个震旦系或仅相当于北方震旦系上部，或高于北方震旦系，而南方所谓前震旦纪的昆阳群应为北方中、上震旦统的同期沉积。我国北方震旦系可与欧亚大陆北部的里菲系、北美大陆的元古界、澳大利亚南部的前寒武系等相对比。文末有古藻化石及迭层石新属新种的简要描述和图版。

《生物-环境控制论及其在寒武纪生物地层学上和古动物地理上的应用》一文以三叶虫化石为基础，综合划分全球寒武纪动物群为(1)东方动物群、(2)西方动物群和(3)中间动物群三大类型。作者在分析了以往有关动物区系划分的各种理论之后，根据动物发源地、平行发展、自然环境等三个主要条件提出了“生物-环境控制论”。文末有我国东南类型和华北类型寒武纪三叶虫化石简要描述和图版。

《近年来中国二迭纪生物地层学的进展》一文概括介绍了我国二迭系的标准分层和主要生物群或化石带。作者对南方二迭系不同岩相的地层所含生物群作了扼要讨论，并根据瓣类化石将南方二迭系与世界其它地区二迭系作了对比。对北方二迭纪生物群的特征和沉积关系以及西藏珠穆朗玛峰地区的二迭系及其生物群也扼要作了论述。

中 国 科 学 院 南 京 地 质 古 生 物 研 究 所 集 刊

第五号

*

科 学 出 版 社 出 版
北京朝阳门内大街 137 号

中 国 科 学 院 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1974 年 2 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

1974 年 2 月第一次印刷 印张：7 插页：8

印数：0001—4,830 字数：176,000

统一书号：13031·162

本社书号：284·13—16

定 价：1.35 元

从藻化石和迭层石论中国震旦系划分和对比

曹瑞麟

梁玉左

(中国科学院南京地质古生物研究所) (地质科学研究院华北地质研究所)

内 容 提 要

中国震旦纪地层分布广泛,发育完整,富含古藻化石及迭层石。

本文根据古藻化石及迭层石组合的特征,提出中国南方所谓整个震旦系或仅相当于中国北方震旦系的上部,或高于北方震旦系,而南方所谓前震旦系昆阳群与北方中,下震旦统应为同期的沉积。同时,本文还提出中国北方震旦系与欧亚北部里菲(Рифей)系,北美元古界,澳大利亚南部前寒武系对比的看法。

本文最后,对文中所提到的古藻化石和迭层石新属、种进行了简要的描述。

中国震旦系分布很广,具有南方和北方两种类型。至今,两者对比争议颇大。

南方震旦系在三峡、陕南、川、黔、滇、皖南、浙西等地普遍发育,其顶部与下寒武统呈假整合接触,底部以晋宁运动所标志的不整合面为下界。在三峡区测得底界的同位素年龄值小于7—9.15亿年(K-Ar)。在川北测得穿过下伏火地层群的火成岩体的同位素年龄值为9.56亿年(K-Ar),有时灯影组直接超覆在这些火成岩体之上。在鄂西、川南、滇东等地,灯影组与寒武系之间常分布一套岩层,岩性似灯影组。它与上、下地层均呈假整合接触,横向甚不稳定,常呈透镜体产出,产 *Hyolithes* 化石,其时代应隶属早寒武世。在西南区,震旦系分层如下:

下寒武统筇竹寺组

震 旦 系	灯 影 组	上段 白云岩,夹硅质条带或团块,局部常沉积碎屑岩,厚300余米。
		上贫藻层 白云岩,硅质白云岩,厚100余米。
震 旦 系	下 段	富藻白云岩层 纯白云岩,一般 CaO/MgO 值1.40—1.50,酸不溶物含量很低,岩石结构多样,含大量藻灰结核和红藻化石。红藻化石主要有以下五属,即 <i>Actinophycus</i> Körde, <i>Acus</i> Tsao et Zhao, <i>Praesolenopora</i> Tsao et Zhao, <i>Phacelofimbria</i> Tsao et Zhao, <i>Parasolenopora</i> Tsao et Zhao 等,厚600余米。
		下贫藻层 白云岩,夹少量白色硅质条带。局部地区沉积石膏及岩盐。在黔北地区,分布 <i>Baicalia baicalica</i> (Masl.) Kryl. 迭层石,最厚达300余米。
震 旦 系	筇竹寺组	陡山沱组 黑色页岩,泥岩,泥灰岩,薄层灰岩,砂页岩等,厚150余米。
	南沱组	主要沉积石英砂岩和冰砾岩,厚100余米。

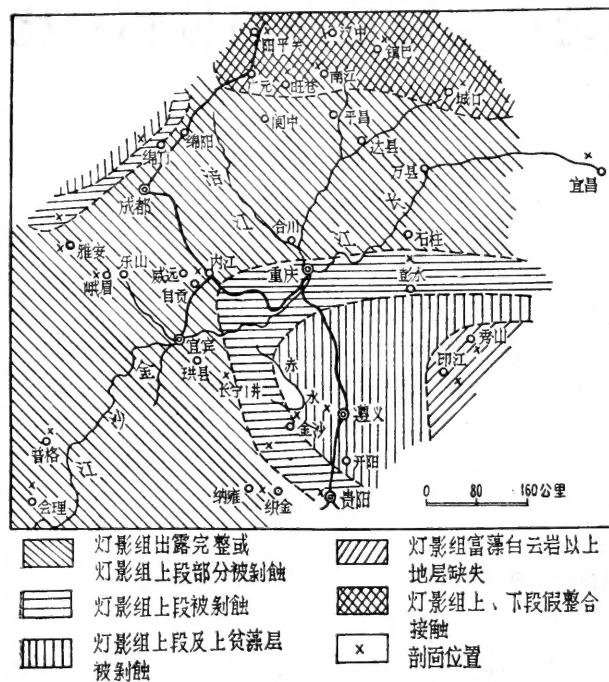
昆阳群

灯影组为稳定的浅海相沉积,岩相变化不大。但在黔北和川南地区,灯影期末早寒武世前,地壳经历过一次较强烈的升降运动,灯影组上段普遍遭受到剥蚀,下寒武统牛蹄塘

组超覆在灯影组不同层位之上。在寒武、震旦系接触处, 具显著的侵蚀间断面。一般地说,

侵蚀幅度由北向南逐渐增大。故在黔中隆起东端和川南长宁一带, 灯影组上段全部或部分缺失。在川北和陕南大巴山和米苍山一线, 灯影组上、下段间具显著的侵蚀间断面, 灯影组下段遭受不同程度的剥蚀。灯影组上段超覆在下段不同层位之上。各地侵蚀情况, 可参考插图。

在西南各地, 灯影组下段下贫藻层的厚度不匀。一般地说, 南部厚, 向北逐渐变薄。黔北遵义一带厚 300 米, 川南长宁一带厚 219—300 余米, 川中乐山一带厚 130 米, 川西绵竹一带厚 119 米, 川北南江一带厚 18.4 米, 陕南南郑梁山无下贫藻层沉积。以上各地下贫藻层厚度的变化表明, 灯影期各地接受沉积的时间有先



西南区震旦系灯影组侵蚀示意图

表 1. 中国南方震旦系对比简表

川 北	陕 南	黔 北	滇 东	三 峡	皖 南	浙 江、西
ϵ_1 郭家坝组	ϵ_1 笋竹寺组	ϵ_1 牛蹄塘组	ϵ_1 渔户村组	ϵ_1 麦地坪组	ϵ_1 郭村组	ϵ_1 荷塘组
灯影组上段	灯影组上段		灯影组上段			
灯影组下段	上贫藻层 富藻白云岩 下贫藻层	灯影组下段 富藻白云岩层	灯影组下段	灯影组	上庄源组	西峰寺组
		陡山沱组	陡山沱组	陡山沱组	蓝田层	?
		南沱组	南沱组, 包括激江砂岩	南沱组	蓝田冰砾层 休宁群	雷公坞组
						?
火地层群	火成岩	板溪群	昆阳群	黄陵花岗岩	板溪群	志棠组

后,总的说,当时海浸是由南向北推进的。

陡山沱和南沱期的沉积一般围绕四川盆地分布,而在四川盆地内,无陡山沱组和南沱组沉积,灯影组超覆在可能为元古代的花岗岩或火地层群之上。这表明当时广大的四川盆地为受到剥蚀的古老地块。由于这个缘故,南沱组和陡山沱组的沉积岩相,围绕四川地块发生显著的变化。在地块南和东南缘广布大陆冰川,沉积冰碛砾岩、黑色页岩、泥岩等。在地块东北缘,沉积含巨砾泥岩(冰水沉积)和灰岩。在地块北和西北缘,则分布含火山碎屑的千枚岩、泥岩和巨厚的砂砾岩。

在浙江西部地区,与灯影组相当的西峰寺组顶部,较普遍分布 *Conophyton circulus* (Kor.) Kom. 迭层石。和南沱组可能相当的冰碛层,也曾发现于皖南的蓝田组。

南方各地震旦系对比简表(见表1)。

北方震旦系广泛分布于东北、华北、西北,厚度巨大,以辽东和燕山区为代表。

辽东震旦系在旅大一带出露较全,层序如下:

下寒武统馒头组

金县群
 兴民村组 脆性泥灰岩和页岩,厚100余米。
 崔家屯组 铁质砂页岩互层,厚200余米。
 马家屯组 薄层灰岩和钙质页岩互层,下部分布多层迭层石礁体,礁体均由 *Gymnosolen* (裸枝迭层石)组成。这类迭层石本身及外缘均含大量红藻化石,主要有以下属、种,即 *Praesolenopora liaoningensis* sp. nov., *Praesolenopora formosa* sp. nov., *Praesolenopora furcata* sp. nov., *Multisiphonia semiorbicularis* sp. nov., *Multisiphonia nanshanensis* gen. et sp. nov., *Phacelofimbria minor* sp. nov. 等,厚300米。

十三里台组 为迭层石灰岩,上部夹杂色页岩。迭层石有 *Baicalia baicalica* (Masl.) Kryl., *Colonella laminata* Kom., *Conophyton ocularoides* Liang, *Chihsienella chihsienensis* gen. et sp. nov., *Clavaphyton bellum* Liang, *Tielingella* sp. 等属、种。迭层石常形成厚百余米,长径达1—2里的迭层石礁。本组厚约200余米。

营城子组 白云质灰岩,底部含 *Conophyton lijiadunensis* sp. nov.
 甘井子组 白云质灰岩,下部分布 *Paraconophyton inconspicua* gen. et sp. nov.
 南关岭组 泥灰岩,底部钙质砂岩,厚300余米。
 长岭子组 泥灰岩和页岩,厚600余米。

岔沟组 石英岩,厚1,390米。
 胡家村组 硅质板岩夹石英岩,厚600米。
 歪头山组 石英岩,厚650米。
 黄泥川组 千枚岩夹结晶灰岩,厚440米。
 大门顶组 石英岩,下部夹砾岩,厚400米。
 上沟组 变质火山碎屑岩,底部为砾岩,>280米。

前震旦系

在旅大以北地区,下寒武统馒头组直接覆盖于革镇堡群之上。金县群全部或部分缺失,有时甚至革镇堡统上部亦缺失。

燕山震旦系在蓟县地区出露完整,顶部与下寒武统府君山组呈微角度不整合,底部不整合在前震旦系片麻岩之上。根据沉积特征及沉积间断,可将震旦系分为三个统,层序如下:

下寒武统府君山组	
上白统口(统青)	景儿峪组 脆性泥灰岩、砂岩、砾岩等,底部测定海绿石的同位素年龄值为 7.37, 8.7—8.9 亿年,厚 203 米。 下马岭组 页岩,砾岩,底部沉积赤铁矿,厚 168 米。
中(蓟县)统	铁岭组 白云岩,上部富含迭层石,计有 <i>Baicalia baicalica</i> (Masl.) Kryl., <i>Colonnella laminata</i> Kom., <i>Conophyton ocularioides</i> Liang, <i>Scopulimorpha regularis</i> Liang, 1962 (= <i>Platella protensa</i> Kom. 1966), <i>Scopulimorpha irregularis</i> Liang, <i>Tielingella tielingensis</i> gen. et sp. nov., <i>Anabaria chihsienensis</i> sp. nov., <i>Chihsienella chihsienensis</i> gen. et sp. nov., <i>Paracolonnella laohudingensis</i> gen. et sp. nov., <i>Pseudotielingella chihsienensis</i> gen. et sp. nov. 等迭层石。在顶部测定附在迭层石柱体上的海绿石的同位素年龄值为 10.50 亿年,厚 297 米。 洪水庄组 页岩,泥质白云岩,厚 131 米。 雾迷山组 含燧石灰岩,迭层石有 <i>Paraconophyton inconspicua</i> gen. et sp. nov., <i>Conophyton lituus</i> (Masl.) Kom., <i>Conophyton concellosum</i> sp. nov., <i>Pseudogymnosolen mopyanyuensis</i> gen. et sp. nov. 等,厚 3,500 米。 杨庄组 灰岩,600 米。
下(长城)统	高于庄组 中、上部为薄层灰岩,底部为锰质灰岩及锰质页岩。相邻地区该组中的方铅矿测得的同位素年龄值为 14.6 亿年 (U-Pb)。迭层石有 <i>Conophyton gorganicus</i> Kom., <i>Kussiella cf. kussiensis</i> (Masl.) Kryl., 厚 1,542 米。 大红峪组 火山岩*,石英岩,夹有灰岩透镜体,其中迭层石有 <i>Conophyton</i> sp., <i>Kussiella cf. kussiensis</i> (Masl.) Kryl., <i>Gruneria biwabikia</i> Cloud, 等,厚 554 米。 串岭沟组 钙质页岩,灰岩。测得页岩中的变质矿物黑云母的同位素年龄值为 16.03, 16.75, 19.09 亿年 (K-Ar)。迭层石有 <i>Gruneria biwabikia</i> Cloud, <i>Kussiella tuanshanziensis</i> sp. nov., <i>Stratifera biwabikensis</i> (Grout and Broderick.) Hofmann 等,厚 1,542 米。 常州村组 石英岩,砾岩,厚 859 米。

前震旦系片麻岩(其中测得角闪石和黑云母的同位素年龄值为 18.94, 18.83 亿年)

与中国南方震旦纪灯影组中相类似的但又不完全相同的红藻化石,在中国北方旅大地区震旦纪马家屯组和江苏徐州地区震旦系上部的迭层石礁体中被大量发现。它们多附生在迭层石柱体侧壁外缘,或组成迭层石柱体。由于这类化石常构成礁体,藻体本身钙化较好,部分原叶体与红藻门珊瑚藻科的特征相似,故认为它们隶属于古老的红藻化石。又由于它们分布广泛,特征清楚,具有一定的地层意义,因此把它们从迭层石中分出,单独进行分类研究。这类红藻化石在中国北方中震旦统及其以下层位中至今未发现其踪迹,目前把它们视为震旦系上统的主要化石。

* 在大红峪组测得火山岩的同位素年龄值为 8 亿年左右(全岩石)。

1972 年, 贝特朗·萨法 (J. Bertrand-Sarfati) 描述了非洲毛里塔尼亚前寒武系中的 *Tarioufetia hemisherica* 迭层石, 提到此类迭层石具有特殊的半球形的细微结构 (J. Bertrand-Sarfati, 1972, 60 页, 图 17)。我们怀疑此类结构即我们以下描述的 *Multisiphonia* 属的红藻化石。

南方灯影组中, 除发现大量红藻化石和藻灰结核外, 在黔北灯影组下段下贫藻层中常分布 *Baicalia baicalica* 迭层石。此迭层石是中国北方中震旦统上部迭层石的主要分子。它在苏联主要出现在中里菲系, 但上里菲系亦有分布。此外, 在浙江江山震旦纪西峰寺组上部发现 *Conophyton circulus* 迭层石, 此迭层石目前只发现在苏联西伯利亚上里菲系及文德 (Венд) 系中。

在川西南及滇东地区, 晋宁运动面之下 (即南方震旦系之下) 分布巨大厚度的浅变质或不变质的沉积地层, 称为昆阳群。昆阳群被构造运动分为上、下两部分。上昆阳群以碳酸盐岩相为主, 下昆阳群以碎屑岩相为主。测得穿过上昆阳群的方铅矿脉的同位素年龄值为 10.39 亿年, 穿过下昆阳群的方铅矿脉的同位素年龄值为 11.63 亿年。目前, 昆阳群被分为 8 个组, 但由于分布区构造复杂, 分组程序至今尚有争议。根据最近的研究, 发现上、下昆阳群中均发育大量迭层石, 其中可靠的有下列属、种。

易门三元宫大龙口组:

Gymnosolen sp.

Conophyton lijiadunensis gen. et sp. nov.

Tielingella sp.

易门西山阱美党组:

Conophyton lituus (Masl.) Kom.

禄丰罗茨营盘山落雪组:

Kussiella kussiensis (Masl.) Kryl.

上述昆阳群中主要迭层石属、种均是中国北方中、下震旦统中的主要分子。根据现有化石及同位素年龄资料看, 昆阳群与中国北方中、下震旦统应为同期的沉积, 而中国南方所谓整个震旦系仅相当于中国北方震旦系的上部。但目前亦不能排斥以下的可能性, 即南方震旦系高于北方震旦系, 与苏联文德系 (始寒武系) 相当, 而昆阳群是中国北方震旦系的同期沉积。(中国南、北方震旦系对比列表见表 2)

中国北方震旦系中、下统发育的迭层石有 *Baicalia*, *Colonnella*, *Anabaria*, *Conophyton*, *Kussiella*, *Gruneria* 及其它多种新、老类型。

Baicalia 一类迭层石在世界各地分布甚广, 从它在各地分布层位的同位素年龄资料看, 中国北方铁岭组为 10.5 亿年。南方灯影组下部间接推测的同位素年龄稍偏低, < 7—9.15 亿年。在西南非 (纳米比亚) 下阿贝那布 (Abenab) 建造为 10 亿年左右。欧、亚北部地区常出现在 9—13 亿年的地层中, 少数也出现在 8—9 亿年的地层中。所有这些资料都表明 *Baicalia* 迭层石的所在层位不老于 13 亿年, 一般约为 9—10 亿年左右。在中国北方, 上述的 *Baicalia* 和 *Colonnella*, *Anabaria* 及其它类型的迭层石, 构成中震旦统上部迭层石特有的组合。这和欧、亚北部地区中里菲系的迭层石组合特征基本上是一致的。因此, 中国北方中震旦统上部 (或全部) 与中里菲系为同时期的沉积应无问题。

表2. 中国南北震旦系对比表

表 3. 中国震旦系与世界有关的前寒武系对比简表

Conophyton gorganicus 在中国分布在下震旦统高于庄组(约 14.6 亿年), 近年来此迭层石被发现在澳大利亚马卡萨尔(Mcarthur)盆地的亚米利亚(Amelia)白云岩中, 其同位素年龄为 15.6 亿年。在欧、亚北部含此类迭层石的地层的同位素年龄为 9.5—16 亿年。

Kussiella cf. *kussiensis* 和 *Kussiella* 的一些新类型的迭层石, 在中国分布于震旦系下统高于庄组、大红峪组和串岭沟组, 是下震旦统迭层石的主要类型之一。这类迭层石在欧、亚北部下里菲系(14—16 亿年)中经常出现。但在澳大利亚西部 *Kussiella* 却分布在基麦贝尔利(Kimberly)群, 此群同位素年龄大于 18 亿年。如测定的同位素年龄资料可靠的话, 则澳大利亚西部的 *Kussiella* 出现时代较欧、亚北部为早。值得注意的是, 在中国下震旦统大红峪组底部和串岭沟组顶部还发现 *Gruneria biwabikia* 迭层石, 该迭层石原发现于北美明尼苏达(Minnesota)地区下元古界比瓦比克(Biwabik)和冈费林特(Gunflint)含铁建造中(同位素年龄为 19 亿年)和澳大利亚西部福尔特柯(Fortescue)群的火山岩中(同位素年龄为 22 亿年)。1969 年霍夫曼(H. J. Hofmann)曾描述了加拿大安大略省下元古界冈费林特建造中七种类型的迭层石。这些迭层石暂被他命名为 Form A—Form G。其中 Form A, Form C, Form D 与我国蓟县地区下震旦统大红峪组和串岭沟组中发现的但尚未被描述的迭层石极为相似。从上述化石资料看, 中国北方下震旦统下部可能相当于下元古界的一部分, 其时代较欧、亚北部下里菲系为老。现将中国震旦系与世界有关地层对比(见表 3)。

新属、种描述

红藻部分

红藻门 Rhodophyta

真红藻亚纲 Florideae

海萝目 Cryptonemiales

珊瑚藻科 Corallinaceae

管孔藻亚科 Solenoporae

前管孔藻属 *Praesolenopora* Tsao et Zhao, 1972

辽宁前管孔藻(新种) *Praesolenopora liaoningensis*

Tsao et Liang (sp. nov.)

(图版 I, 图 1, 2)

特征 原叶体由直线体组成。线体彼此紧密规则地排列, 基部宽 0.10—0.14 毫米, 顶部增宽至 0.35 毫米。线体横切面次六边形。

描述 薄片 PB 4448(图版 I, 图 1)是一纵切面, 当放大 8 倍时, 在迭层石侧壁处见到一束透明的直线体。线体顶部较宽, 基部较窄, 彼此紧密微呈放射状排列, 构成长的扇形原叶体。相邻线体间之间隙狭窄, 有时则无。在少数线体中央, 有一与线体壁平行的直线。此线断续出现, 将线体分成大小相等的两部分。和 PB 4448 薄片方向相垂直的另一

薄片 PB 4449 为横切面, 放大 12 倍时, 在迭层石侧壁附近, 见有许多大小不等的六边形网格。网格直径最大达 0.36 毫米, 一般 0.16 毫米。这些网格是线体横切面的结构。

产地及层位 辽宁金县南山东南约 1 公里; 震旦系金县群马家屯组。

登记号 PB 4448—PB 4450。

美丽前管孔藻(新种) *Praesolenopora formosa* Tsao et Liang (sp. nov.)

(图版 I, 图 3; 图版 II, 图 1)

特征 原叶体由直线体组成。线体基部紧靠在一起, 上部彼此分开。线体的宽度很不固定, 基部宽约 0.033 毫米, 顶部宽常达 0.2 毫米。线体横切面六边形。

描述 当薄片 PB 4451 (图版 I, 图 3) 放大 10 倍时, 在迭层石间隙处, 见一形状不规则的藻类原叶体斜切面。从切面上看出, 原叶体由一束透明的直线体组成。线体基部紧靠在一起, 彼此之间无间隙, 上部则放射状分开。线体宽度变化很大, 顶部宽度常为基部宽度的六倍。在原叶体上方, 有许多六边形及菱形网格。这些网格是线体的横切面。

比较 本种与 *P. liaoningensis* 的主要区别是后者线体较宽, 原叶体顶部的线体彼此不分开。

产地及层位 辽宁省金县南山东南约 1 公里; 震旦系金县群马家屯组。

登记号 PB 4451—PB 4453。

分叉前管孔藻(新种) *Praesolenopora furcata* Tsao et Liang (sp. nov.)

(图版 I, 图 4)

特征 原叶体从一点呈束状向上辐射生长, 其纵切面扇形。原叶体由线体组成。线体基部宽 0.082 毫米, 顶部增宽至 0.20 毫米。线体微弯曲, 顶部常二分叉。

描述 当薄片 PB 4448 放大 12 倍时, 在迭层石侧部见到几束半透明的线体。线体基部固着在一点, 彼此紧靠在一起, 向上微微散开。线体宽度不固定, 顶部宽度约为基部宽度的两倍。线体微弯曲, 壁薄。部分线体顶部二分叉。

比较 本种与 *Praesolenopora liaoningensis* 主要区别是前者的线体微弯曲, 顶部分叉。

产地及层位 辽宁金县南山东南约 1 公里; 震旦系金县群马家屯组。

登记号 PB 4448。

多管藻(新属) *Multisiphonia* Tsao et Liang (gen. nov.)

属型 *Multisiphonia nanshanensis* Tsao et Liang (gen. et sp. nov.); 辽宁省金县南山东南约 1 公里; 震旦系金县群马家屯组。

特征 原叶体纵切面饼形或半圆形, 由无数直或弯曲的线体组成。线体放射状排列, 等宽, 横切面六边形。线体直径 0.033—0.048 毫米。线体内无横隔板。繁殖器官不明。

本藻类或组成柱状迭层石, 或固生在迭层石外侧。

比较 根据藻类原叶体由紧密排列的线体组成的特征, 本属与 *Solenopora* 属相似, 应放在 *Solenoporace* 亚科。它与 *Solenopora* 不同之处是后者有下原叶体与周边原叶体之分

和线体内横隔板清晰。本属在原叶体组成的特征上与 *Prasolenopora* 属也很相似, 但不同之处是后者原叶体形状不很规则, 线体较宽, 直径不固定。

南山多管藻(新属、新种) *Multisiphonia nanshanensis*

Tsao et Liang (gen. et sp. nov.)

(图版 II, 图 4)

特征 原叶体纵切面饼形, 由无数的线体组成。线体放射状排列, 微弯曲。线体横切面六边形。线体等宽, 直径约 0.048 毫米。

描述 当薄片 PB 4454 放大至 32 倍时, 在迭层石右侧, 见一个藻类原叶体的切面。切面饼形, 宽 8 毫米, 高 1.9 毫米。从切面上看出, 原叶体是由无数线体构成。线体放射状排列, 彼此紧靠在一起。相邻线体间之间隙狭窄, 有时则无。线体顶部与基部宽度相等, 少数线体之顶部较基部略宽。线体宽 0.048 毫米, 最宽可达 0.066 毫米。壁厚 0.01 毫米。值得注意的是, 在原叶体中见一较大的椭圆形空洞。空洞被透明的方解石充填, 长径 0.60 毫米, 短径 0.40 毫米。它可能是藻类生殖窝的所在。此外, 当另一薄片 PB 4455 放大 32 倍时, 在迭层石斜切面的侧部, 见一与薄片 PB 4454 的切面相类似的原叶体斜切面。切面显示出线体似具模糊的横隔板。切面左端, 有许多模糊的直径约 0.06 毫米的六边形网格。这些网格是线体横切面的结构。

产地及层位 辽宁省金县南山东南约 1 公里; 震旦系金县群马家屯组。

登记号 PB 4454—PB 4456。

半圆形多管藻(新种) *Multisiphonia hemicirculis* Tsao et Liang (sp. nov.)

(图版 I, 图 5; 图版 II, 图 3)

特征 原叶体纵切面半圆形, 由无数放射状排列的线体组成。线体直, 等宽, 直径 0.033 毫米。

描述 当薄片 PB 4457 放大至 8 倍时, 清楚地见到整个柱状迭层石几乎是由许多相互重迭的半圆形(有时是穹窿形)的半透明钙化原叶体组成。原叶体大小不等, 多数宽 1.3 毫米, 高 0.95 毫米。如将薄片放大 32—45 倍时, 见到部分原叶体受变质作用的影响, 不具更细微的结构。另一部分原叶体由无数线体组成。线体直, 等宽, 放射状排列, 直径 0.033—0.050 毫米。部分线体顶部较基部稍宽。在原叶体外围边缘部分之线体较清晰, 而在中部之线体则较模糊。在薄片 PB 4455 上, 示有同样特征的原叶体。其中两个原叶体上部, 保存了许多比较清楚的直径 0.033 毫米的六边形网格。这些网格是线体横切面的结构。

比较 本种与属型 *Multisiphonia nanshanensis* 的区别是二者原叶体形状各异, 前者线体较直, 较细。

产地及层位 辽宁金县南山东南约 1 公里; 震旦系金县群马家屯组。

登记号 PB 4455, PB 4457, PB 4458。

丛状线藻属 *Phacelofimbria* Tsao et Zhao, 1972

小丛状线藻(新种) *Phacelofimbria minor* Tsao et Liang (sp. nov.)

(图版 II, 图 5)

特征 原叶体由密集而丛生的线体组成, 固着生长在岩屑或迭层石外侧。线体短, 较直, 等宽, 直径约 0.042 毫米。线体壁较厚, 约 0.01 毫米。

描述 当薄片 PB 4451 放大 10 倍时, 在迭层石间隙中, 见到许多半透明的线体丛生在一块长条形灰岩碎屑四周。线体排列有时紧密, 有时相互交叉。当薄片放大 64 倍时, 可清楚地看到线体大部是等宽而较直的, 仅少数线体之顶部较基部略宽, 并微弯曲。线体一般长 0.72—0.82 毫米, 宽 0.042 毫米, 最宽达 0.049 毫米, 最细为 0.033 毫米。线体壁厚, 有些线体壁似乎是两层。

产地及层位 辽宁省金县南山东南约 1 公里; 震旦系金县群马家屯组。

登记号 PB 4451。

迭层石部分**不分叉柱状迭层石****锥迭层石属 *Conophyton* Masl., 1937****李家屯锥迭层石(新种) *Conophyton lijiadunensis* Tsao et Liang (sp. nov.)**

(图版 IV, 图 1)

特征 不分叉柱状迭层石。基本层锥-弧形, 锥顶圆滑。轴带不显著。

描述 迭层石柱状, 不分叉, 彼此平行排列, 间距较宽。迭层石直径 2—7 厘米, 长大于 30 厘米。基本层在侧部厚约 1 毫米, 在轴部稍厚些, 一般约 1.5—2 毫米, 故不形成清楚的轴带。基本层形状介于锥形与弧形间, 锥顶圆滑。迭层石的横切面次圆形, 近于等大。迭层石纵切薄片放大至 10—15 倍, 基本层呈壳层状构造, 壳层上、下界面光滑。

比较 根据迭层石不分叉及基本层近锥形的特征, 本种应隶属于 *Conophyton* 属。它与本属其它种的区别是前者的迭层石个体相对较小, 轴带不显著。

产地及层位 辽宁金县李家屯; 震旦系革镇堡群营城子组。

登记号 PB 4469。

格状锥迭层石(新种) *Conophyton concellosum* Liang et Tsao (sp. nov.)

(图版 IV, 图 2; 图版 VII, 图 3)

特征 不分叉锥状迭层石, 具向下凹的连接桥。迭层石横切面呈不规则的格状构造。

描述 迭层石锥状柱体, 不分叉, 有节, 垂直或略倾斜于地层生长。迭层石直径 2—3 厘米, 高大于 10 厘米, 彼此间距 1—3 厘米。迭层石近平行排列, 被填充物隔开, 相互间有向下凹的基本层连接(连接桥)。迭层石横切面中心部分(约占整个切面的 1/2)呈规则的同心圆构造, 而其周围则与相邻的迭层石连接, 形成格状构造(图版 VII, 图 3)。迭层石

纵切薄片放大 15 倍, 基本层的明、暗带不清楚。

比较 本种迭层石相互间具向下凹的连接桥和横切面呈格状构造的特征, 区别与本属的其它种。

产地及层位 河北省蔚县磨盘峪北山坡; 震旦系中统雾迷山组下部。

登记号 Z 64 D 92_{3a, 3b, 3c} (标本保存在华北地质研究所)。

拟锥迭层石(新属) *Paraconophyton* Liang et Tsao (gen. nov.)

属型 *Paraconophyton inconspicua* Liang et Tsao (gen. et sp. nov.); 河北省蔚县长峪沟震旦系中统雾迷山组顶部。

特征 不分叉柱状迭层石。无侧壁, 基本层弧形, 薄而密集, 与围岩界限不清。

讨论 根据迭层石不分叉的特征, 本属与 *Conophyton* 和 *Colonella* 二属接近。它与 *Conophyton* 属的区别是前者基本层不呈锥形, 无轴带; 它与 *Colonella* 属的区别是前者无侧壁, 个体相对较小。

不清楚拟锥迭层石(新属、新种) *Paraconophyton inconspicua*

Liang et Tsao (gen. et sp. nov.)

(图版 VIII, 图 2)

特征 见属型。

描述 迭层石呈较规则的柱体, 不分叉, 彼此近平行排列, 直径 3—4 厘米, 高大于 30 厘米。基本层弧形, 局部弧度较大, 接近圆锥形。不具侧壁, 基本层薄而密集, 它与围岩之间的界限模糊不清。迭层石的横切面呈大小较均一的次圆形。

产地及层位 河北蔚县长峪沟; 震旦系中统雾迷山组顶部。

登记号 PB 4471。

拟圆柱迭层石 *Paracolonnella* Liang et Tsao (gen. nov.)

属型 *Paracolonnella laohudingensis* Liang et Tsao (gen. et sp. nov.); 河北省蔚县花石洞震旦系中统铁岭组。

特征 不分叉(或极少分叉)柱状迭层石。柱体微弯曲, 较有规律地膨胀和收缩。具侧壁, 但不甚显著。基本层弧形, 平缓。

讨论 本属迭层石特征与 *Colonella* 属的接近, 但本属迭层石微弯曲, 较有规律地膨胀和收缩的特征又明显区别与 *Colonella* 属, 故定为新属。

老虎顶拟圆柱迭层石(新属、新种) *Paracolonnella laohudingensis*

Liang et Tsao (gen. et sp. nov.)

(图版 IV, 图 3、4)

特征 见属型。

描述 迭层石呈微弯曲的柱体, 不分叉(或极少分叉), 直径 4—8 厘米, 高近 1 米。迭层石在生长过程中, 似乎有节奏地膨胀和收缩。侧表面不光滑, 具侧壁, 但不明显, 局部似

乎不具侧壁。基本层弧形，很平缓。迭层石的横切面次圆形，大小不均一。迭层石纵切薄片放大 15 倍，基本层暗带显线状构造。

产地及层位 河北省蔚县花石涧老虎顶东坡；震旦系中统铁岭组中上部。

登记号 A 63 G 64_{1,2} (标本保存在华北地质研究所)。

分叉柱状迭层石

阿纳巴尔迭层石属 *Anabaria* Komar, 1964

蔚县阿纳巴尔迭层石(新种) *Anabaria chihsienensis* Liang et Tsao (sp. nov.)

(图版 V, 图 1)

特征 柱状迭层石，多分叉，叉枝稠密，分叉角锐角。迭层石宽度变化大，子柱体的宽度常大于母柱体的宽度。基本层平缓，具或不具侧壁，与围岩分界清楚。侧表面具瘤。

描述 迭层石柱形或扁柱形，直径 7—8 厘米，有时达 10 厘米以上，高 1 米以上。多分叉，叉枝稠密，分叉角锐角。迭层石宽度变化极大，在短距离内相差悬殊。子柱体宽度有时与母柱体的接近，有时为母柱体的一倍到数倍。基本层清楚，平缓。具或不具侧壁。侧表面具瘤。迭层石横切面次圆形。迭层石纵切薄片放大 15 倍，见基本层暗带常具线状构造。

比较 根据迭层石多分叉，分枝稠密及分叉角呈锐角的特征，本迭层石应隶属于 *Anabaria* 属。本种与该属其它种的区别是前者柱体宽度在短距离内变化大及子柱体的宽度常为母柱体的一倍到数倍。

产地及层位 河北蔚县城北夏庄子；震旦系中统铁岭组上部。

登记号 A 63 G 188 (标本保存在华北地质研究所)。

铁岭迭层石(新属) *Tielingella* Liang et Tsao (gen. nov.)

属型 *Tielingella tielingensis* Liang et Tsao (gen. et sp. nov.); 河北省蔚县老虎顶震旦系中统铁岭组上部。

特征 迭层石呈粗大的柱状体或扁柱状体。母柱体二分叉，分成两个大小相近的，相互平行的子柱体。基本层平缓。

讨论 本属迭层石分叉的特征与 *Kussiella* 属的分叉形式颇为相似，但本属迭层石侧部不具清楚的檐和横脊，又明显区别与 *Kussiella* 属，故定为新属。

铁岭铁岭迭层石(新属、新种) *Tielingella tielingensis* Liang et Tsao (gen. et sp. nov.)

(图版 VI, 图 3, 4)

特征 见属型。

描述 迭层石呈粗大柱体，直径一般为 10—20 厘米或更大，高 1—2 米。母柱体二分

叉,分成两个大小相近的,相互平行的子柱体。两个子柱体的直径总和大致与母柱体的直径相当。母柱体与子柱体的生长方向近于一致。基本层平缓。具侧壁,但不显著,局部似乎无侧壁。横切面次圆形。纵切薄片放大 15 倍,见基本层暗带为暗色凝块组成。

产地及层位 河北省蔚县老虎顶;震旦系中统铁岭组上部。

登记号 A 63 G 201, A 63 G 211 (标本保存在华北地质研究所)。

假铁岭迭层石(新属) *Pseudotielingella* Liang et Tsao (gen. nov.)

属型 *Pseudotielingella chihsienensis* Liang et Tsao (gen. et sp. nov.); 河北省蔚县花石洞震旦系中统铁岭组。

特征 不规则的柱状迭层石。子柱体个体较小,从母柱体侧部呈锐角分出。无侧壁。迭层石侧表面粗糙,局部呈锯齿状,具檐。微层理细密,平缓。

讨论 本迭层石根据形状不规则及侧表面局部呈锯齿状特征,可以与已知属区别,故定为新属。

蔚县假铁岭迭层石(新属、新种) *Pseudotielingella chihsienensis*

Liang et Tsao (gen. et sp. nov.)

(图版 IV, 图 6)

特征 见属型。

描述 迭层石呈不规则的柱体,宽度不固定,直径 3—15 厘米不等,高大于 1 米。子柱体从母柱体侧部呈锐角分出。子柱体在分叉处宽度较小,向上逐渐增宽。有时,分出的子柱体生长过程中又与母柱体合并在一起。无侧壁,侧表面极不平滑,局部呈锯齿状。具檐。基本层平缓,局部呈波浪状,细密,在风化面上模糊。迭层石横切面次圆形,大小不均匀。

产地及层位 河北省蔚县花石洞;震旦系中统铁岭组。

登记号 PB 4470。

蔚县迭层石(新属) *Chihsienella* Liang et Tsao (gen. nov.)

属型 *Chihsienella chihsienensis* Liang et Tsao (gen. et sp. nov.); 河北省蔚县骆驼岭震旦系中统铁岭组上部。

特征 迭层石呈规则的圆柱体或扁圆柱体,平行排列。分叉少,一般两个平行排列的柱体,在生长过程中连在一起,然后分成三个平行排列的子柱体。侧壁清楚,较光滑。基本层密集,呈规则的弧形。

讨论 根据迭层石的特殊分叉形式,本属可以与已知属区分,故定为新属。

蔚县蔚县迭层石(新属、新种) *Chihsienella chihsienensis*

Liang et Tsao (gen. et sp. nov.)

(图版 VI, 图 1, 2; 图版 VII, 图 2)

特征 见属型。

描述 迭层石为规则的圆柱体或扁圆柱体,平行排列,垂直层理生长。迭层石直径

3—5 厘米,有时 7—8 厘米,高 1 米以上。侧壁清楚,在侧壁与围岩间隙处,充填有海绿石和泥质。分叉少,一般两个平行排列的母柱体,在生长过程中连接在一起,然后突然分成三个平行排列的子柱体(图版 VI, 图 1)。子柱体与母柱体等大,或略小于母柱体。基本层弧形,密集,清楚,规整。迭层石横切面次圆形或长圆形。纵切薄片放大 15 倍,见基本层暗带由半透明的斑点状或条带状凝块组成。

产地及层位 河北省蓟县城北骆驼岭;震旦系中统铁岭组上部。

登记号 PB 4467, PB 4468。

假裸枝迭层石(新属) *Pseudogymnosolen* Liang et Tsao (gen. nov.)

属型 *Pseudogymnosolen mopanyüensis* Liang et Tsao (gen. et sp. nov.); 河北省蓟县磨盘峪震旦系中统雾迷山组下部。

特征 小柱状迭层石。母柱体上部的基本层呈波浪形褶皱,然后分成数个近于平行排列的,彼此相连的小子柱体。侧表面具瘤状突起。

讨论 根据迭层石个体特别小和分叉形式特殊的特征,本属与已知属明显区分,故定为新属。

磨盘峪假裸枝迭层石(新属、新种) *Pseudogymnosolen mopanyüensis*

Liang et Tsao (gen. et sp. nov.)

(图版 VII, 图 5—7)

特征 见属型。

描述 迭层石呈近于平行排列的小柱体,直径 0.3—0.5 厘米,最大达 1 厘米,高 5—8 厘米。在纵切面上可以看出,迭层石在分叉处微微加宽,基本层呈波浪形弯曲,逐步分成数个彼此相连的子柱体。由于子柱体在生长过程中很少分开,粗看时,迭层石的分叉现象似乎不显著。在迭层石侧部,上部基本层常包裹下部基本层,故在迭层石侧表面常形成较光滑的瘤状突起。迭层石横切面次圆形,大小不匀,有时彼此相连。迭层石纵切薄片放大 30 倍,见基本层的暗带是由许多黑色斑点组成。

产地及层位 河北省蓟县磨盘峪北山南坡;震旦系中统雾迷山组下部。

登记号 Z 64 D 90_{3c}, Z 64 D 90_{3a} (标本保存在华北地质研究所)。

喀什迭层石属 *Kussiella* Krylov, 1963

团山子喀什迭层石(新种) *Kussiella tuanshanziensis* Liang et

Tsao (sp. nov.)

(图版 VIII, 图 3, 4)

特征 迭层石为不规则的小柱体,简单连续分叉,无侧壁,常具檐。基本层呈波浪形,相邻迭层石的基本层常断续相连。

描述 迭层石呈不规则的柱形,个体小,直径一般为 1 厘米,最小为 0.4 厘米,最大达 2 厘米,高 2—5 厘米。迭层石常分叉,分叉方式为简单连续型,分叉后的子柱体近于平行

生长。基本层疏松，常呈波浪形，相邻迭层石的基本层常断续相连。迭层石排列紧密，由于基本层常相连，故相邻迭层石界限不清。无侧壁，常具檐。迭层石横切面次圆形或不规则形态，大小不一。纵切薄片放大 20 倍，见基本层暗带由无数暗色斑点组成。

产地及层位 河北省蔚县团山子南山；震旦系下统串岭沟组顶部。

登记号 Z 64 D 12_{a,b} (标本保存在华北地质研究所)。

参 考 文 献

中国科学院南京地质古生物研究所, 1973, 西南地区地层古生物手册。科学出版社。

王曰伦、陆宗斌, 1962, 根据绝对年龄资料对前寒武纪地层问题的讨论。地质学报, 第 42 卷, 第二期。

王曰伦, 1963, 中国北部震旦系和寒武系分界问题。地质学报, 第 43 卷, 第 2 期。

刘鸿允、刘钰, 1963, 云南中东部震旦纪地层的组合、划分与发育。地质学报, 第 43 卷, 第 1 期。

俞建章等, 1964, 再论辽东地区震旦纪地层及其与燕山地区的对比。地质学报, 第 44 卷, 第 1 期。

梁玉左, 1962, 震旦纪古藻类化石的研究及新资料。中国地质, 8—9 期。

曹瑞骥, 1964, 中国前寒武纪几种新的古藻类化石及其地层意义。古生物学报, 第 12 卷, 第 2 期。

Cloud P. E. and Semikhatov M. A., 1969, Proterozoic stromatolite zonation. *Amer. Jour. Sci.* vol. 267, no. 9.

Glaessner M. F., Preiss W. V. and Walter M. R., 1969, Precambrian columnar stromatolites in Australia: morphological and stratigraphic analysis. *Science*, vol. 164.

Hofmann H. J., 1969, Stromatolites from the Proterozoic Animikie and Sibley groups, Ontario. Geological survey of Canada, *Paper*, 68—69.

Stockwell C. H. and Wanless R. K., 1961, Canadian shield age program of the geological survey of Canada. *Ann. N. Y. Academy Sci.* vol. 91, Art. 2.

Trompette R. 1969, Les stromatolites du "précambrien supérieur" de l'adrar de mauritanie (Sahara occidental). *Sedimentology*, vol. 13, nos. 1/2.

Вологдин А. Г., 1962, Древнейшие водоросли СССР. Издательство академии наук СССР.

Келлер Б. М., 1968: Верхний протерозой Русской платформы (рифей и венд). Очерки по региональной геологии СССР.

Комар Вл. А., Раабен М. Е., Семихатов М. А., 1965, Конофитоны рифея СССР и их стратиграфическое значение. *Труды Геол. института АН СССР*. вып. 131.

Комар Вл. А., 1966, Строматолиты верхнедокембрийских отложений севера Сибирской платформы и их стратиграфическое значение. *Труды Геол. института АН СССР*. вып. 154.

Крылов И. Н., 1963, Столбчатые ветвящиеся строматолиты рифейских отложений Южного Урала и их значение для стратиграфии верхнего докембия. *Труды Геол. института АН СССР*. вып. 69.

Семихатов М. А., 1962. Рифей и нижний комбрей Енисейского кряжа. *Труды Геол. института АН СССР*. вып. 68.

Janine Bertrand-Sarfati, 1972, Paléoécologie de certains stromatolites en récifs des formations du précambrien supérieur du groupe d'Atar (Mauritanie, Sahara Occidental): Crédation d'espèces nouvelles. *Palaeogeography, Palaeoclimatol., Paleoecol.*, vol. 11, no. 1, pp. 33—63.

图 版 说 明

所有图版的照片未加任何润饰

图 版 I.

以下化石均产于辽宁金县地区震旦系金县群马家屯组。

图 1、2. 辽宁前管孔藻(新种) *Praesolenopora liaoningensis* Tsao et Liang (sp. nov.) 1. 原叶体纵切面, $\times 6$ 。
2. 原叶体基部形态, $\times 12$ 。
图 3. 美丽前管孔藻(新种) *Praesolenopora formosa* Tsao et Liang (sp. nov.) 原叶体斜切面, $\times 8$ 。
图 4. 分叉前管孔藻(新种) *Praesolenopora furcata* Tsao et Liang (sp. nov.) 原叶体纵切面, $\times 11$ 。
图 5. 半圆形多管藻(新种) *Multisiphonia hemicirculis* Tsao et Liang (sp. nov.) 原叶体纵切面, $\times 20$ 。

图 版 II.

以下化石均产于辽宁金县地区震旦系金县群马家屯组。

图 1. 美丽前管孔藻(新种) *Praesolenopora formosa* Tsao et Liang (sp. nov.) 原叶体纵-斜切面, $\times 10$ 。
图 2. 前管孔藻未定种 *Praesolenopora* sp. 原叶体纵切面, $\times 10$ 。
图 3. 由半圆形多管藻(新种) *Multisiphonia hemicirculis* Tsao et Liang (sp. nov.) 组成的迭层石纵断面。
图 4. 南山多管藻(新属、新种) *Multisiphonia nanshanensis* Tsao et Liang (gen. et sp. nov.) 原叶体纵切面, $\times 12$ 。
图 5. 小丛状线藻(新种) *Phacelofimbria minor* Tsao et Liang (sp. nov.) 藻体围绕岩屑生长, $\times 8$ 。

图 版 III.

图 1. 方胞放射线藻 *Actinophycus quadricella* Tsao et Zhao 原叶体纵切面, $\times 10$ 。
产地及层位: 四川南江杨坝; 震旦系灯影组下段富藻白云岩层中上部。
图 2. 南江放射线藻 *Actinophycus nanjiangensis* Tsao et Zhao 原叶体纵切面, $\times 10$ 。
产地及层位: 四川南江杨坝; 震旦系灯影组下段富藻白云岩层上部。
图 3. 同心层针刺藻 *Acus concentricus* Tsao et Zhao 藻体纵切面, $\times 15$ 。
产地及层位: 四川南江杨坝; 震旦系灯影组下段富藻白云岩层下部。
图 4. 松林管藻 *Siphonia songlinensis* Tsao et Zhao 藻体纵切面及横切面, $\times 10$ 。
产地及层位: 贵州遵义松林; 震旦系灯影组下段富藻白云岩层中部。
图 5. 簇生前管孔藻 *Praesolenopora fascicularis* Tsao et Zhao 原叶体纵切面, $\times 5$ 。
产地及层位: 四川乐山范店乡; 震旦系灯影组下段富藻白云岩层下部。

图 版 IV.

图 1. 李家屯锥迭层石(新种) *Conophyton lijiadunensis* Tsao et Liang (sp. nov.) 迭层石纵断面, $\times 1/2$ 。
产地及层位: 辽宁金县李家屯; 震旦系革镇堡群营城子组下部。
图 2. 格状锥迭层石(新种) *Conophyton concellosum* Liang et Tsao (sp. nov.) 迭层石纵断面, 标本光面, $\times 1/3$ 。
产地及层位: 河北蔚县磨盘峪北山坡; 震旦系中统雾迷山组下部。
图 3、4. 老虎顶拟圆柱迭层石(新属、新种) *Paracolonnella laohudingensis* Liang et Tsao (gen. et sp. nov.)
3. 迭层石纵断面, 标本光面, $\times 1/2$ 。4. 迭层石横断面, 标本光面, $\times 1/2$ 。
产地及层位: 河北蔚县花石洞老虎顶东坡; 震旦系中统铁岭组中上部。
图 5. 比瓦比克层状迭层石 *Stratifera biwabikensis* (Grout and Broderick), Hofmann 迭层石纵断面, $\times 1$ 。
产地及层位: 河北蔚县大红峪沟; 震旦系下统串岭沟组上部。
图 6. 蓟县假铁岭迭层石(新属、新种) *Pseudotielingella chihsienensis* Liang et Tsao (gen. et sp. nov.) 迭层石纵断面。
产地及层位: 河北省蓟县花石洞; 震旦系中统铁岭组。

图 版 V.

图 1. 蓟县阿纳巴尔迭层石(新种) *Anabaria chihsiensis* Liang et Tsao (sp. nov.) 迭层石纵断面, 标本, $\times 1/2$ 。
产地及层位: 河北蓟县城北夏庄子; 震旦系中统铁岭组上部。

图 2. 眼状锥迭层石 *Conophyton oocularoides* Liang 迭层石横断面。
产地及层位: 辽宁金县; 震旦系革镇堡群十三里台组。

图 3、5. 加尔加诺锥迭层石 *Conophyton garganicus* Kom. et al. 3. 迭层石纵断面, 标本光面, $\times 1/3$ 。5. 迭层石横断面, 标本光面, $\times 1/3$ 。
产地及层位: 河北蓟县; 震旦系下统高于庄组。

图 4. 美丽棍棒迭层石 *Clavaphyton bellum* Liang 迭层石纵断面, 标本光面, $\times 1/3$ 。
产地及层位: 辽宁金县; 震旦系革镇堡群十三里台组。

图 版 VI.

图 1、2. 蓟县蓟县迭层石(新属、新种) *Chihsienella chihsiensis* Liang et Tsao (gen. et sp. nov.) 1. 迭层石纵断面, 标本, $\times 1/3$ 。2. 迭层石纵断面, $\times 1/4$ 。
产地及层位: 河北蓟县城北骆驼岭; 震旦系中统铁岭组上部。

图 3、4. 铁岭铁岭迭层石(新属、新种) *Tielingella tielingensis* Liang et Tsao (gen. et sp. nov.) 迭层石纵断面。
产地及层位: 河北蓟县老虎顶; 震旦系中统铁岭组上部。

图 版 VII.

图 1. 薄板圆柱迭层石 *Colonella laminata* Kom. 迭层石纵断面, 标本光面, $\times 1/2$ 。
产地及层位: 河北蓟县; 震旦系中统铁岭组。

图 2. 蓟县蓟县迭层石(新属、新种) *Chihsienella chihsiensis* Liang et Tsao (gen. et sp. nov.) 迭层石纵断面, 标本光面。
产地及层位: 河北蓟县城北骆驼岭; 震旦系中统铁岭组上部。

图 3. 格状锥迭层石(新种) *Conophyton concellosum* Liang et Tsao (sp. nov.) 迭层石横断面, 标本光面, $\times 1/3$ 。
产地及层位: 河北蓟县磨盘峪北山坡; 震旦系中统雾迷山组下部。

图 4. 喀什 cf. 喀什迭层石 *Kussiella cf. kussiensis* (Masl.) Kryl. 迭层石纵断面, 标本光面, $\times 1/2$ 。
产地及层位: 河北蓟县大红峪沟; 震旦系下统大红峪组。

图 5—7. 磨盘峪假裸枝迭层石(新属、新种) *Pseudogymnosolen mopyanyuensis* Liang et Tsao (gen. et sp. nov.)
5. 迭层石纵切面, 标本光面, $\times 1/2$ 。6. 迭层石横切面, 标本光面, $\times 1/2$ 。7. 迭层石纵切面, 标本光面, $\times 3$ 。
产地及层位: 河北蓟县磨盘峪北山南坡; 震旦系中统雾迷山组下部。

图 版 VIII.

图 1. 贝加尔贝加尔迭层石 *Baicalia baicalica* (Masl.) Kryl. 迭层石纵断面。
产地及层位: 辽宁金县; 震旦系革镇堡群十三里台组。

图 2. 不清楚拟锥迭层石(新属、新种) *Paraconophyton inconspicua* Liang et Tsao (gen. et sp. nov.) 迭层石纵断面, 标本, $\times 1.5$ 。
产地及层位: 河北蓟县长峪沟; 震旦系中统雾迷山组顶部。

图 3、4. 团山子喀什迭层石(新种) *Kussiella tuanshanziensis* Liang et Tsao (sp. nov.) 3. 迭层石纵断面, 标本光面, $\times 1$ 。4. 迭层石横断面, 标本光面, $\times 1$ 。
产地及层位: 河北蓟县团山子南山; 震旦系下统串岭沟组顶部。



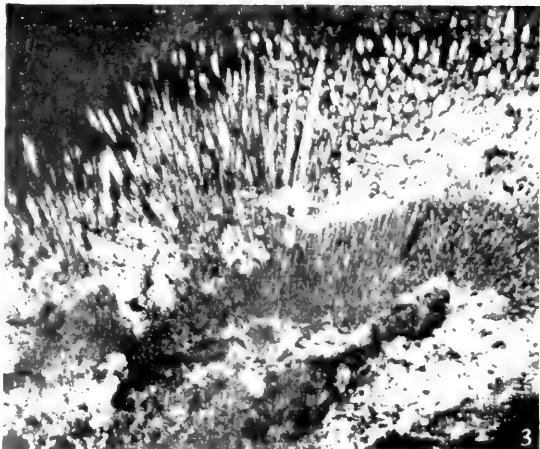
4



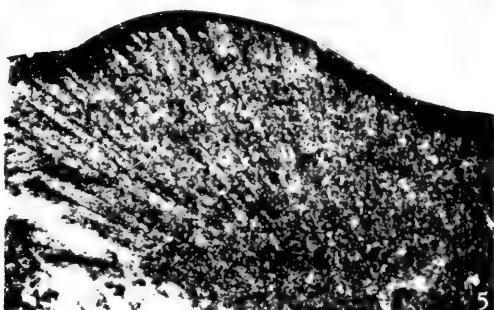
1



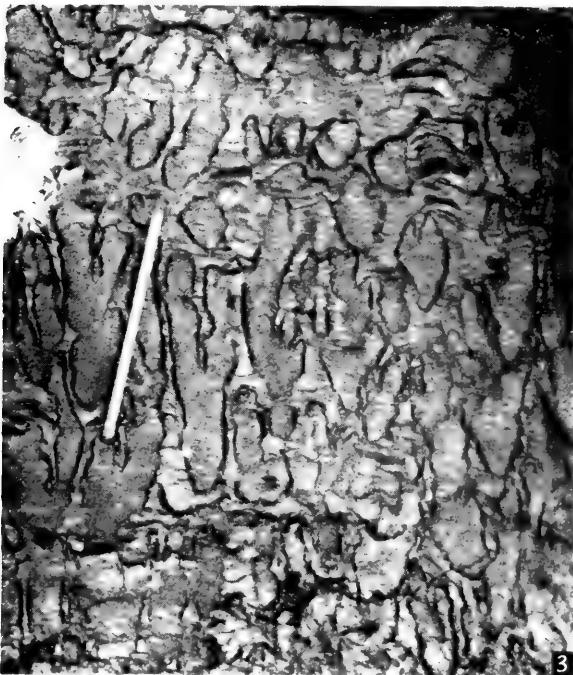
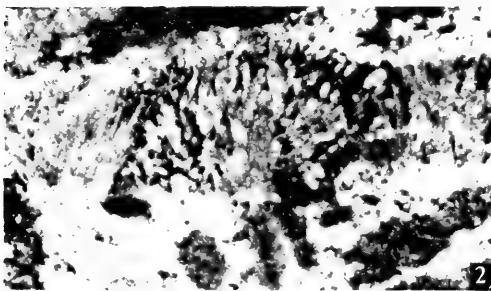
2

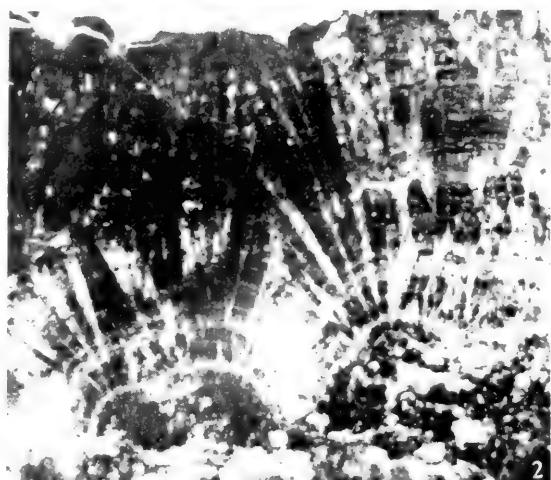
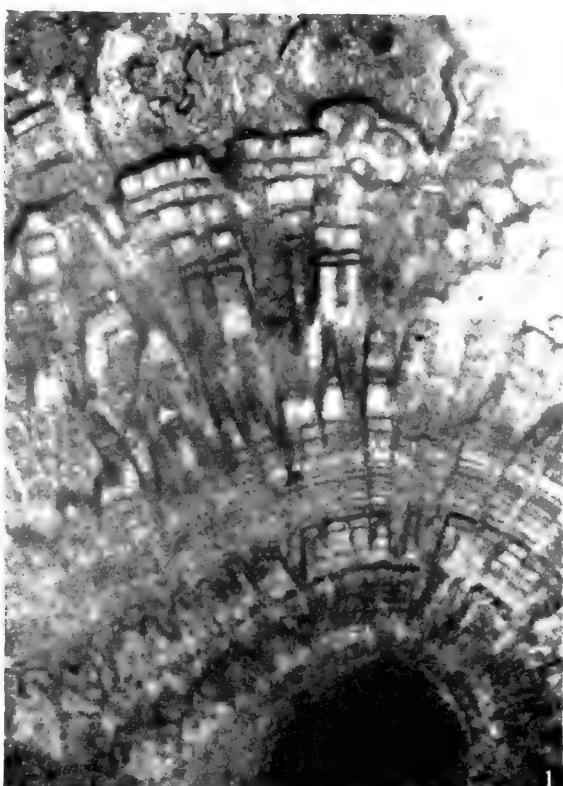
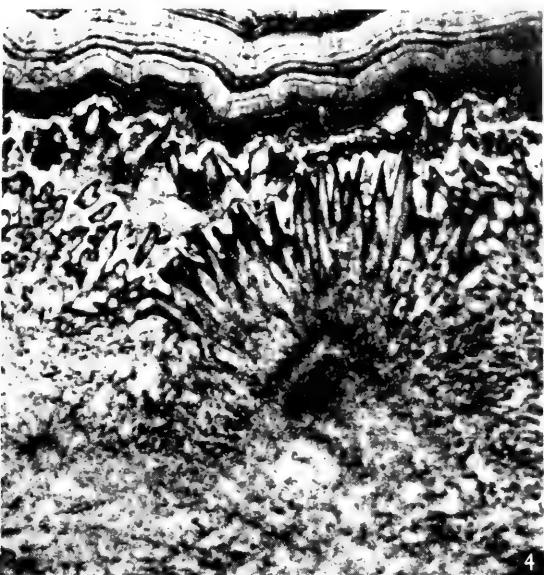


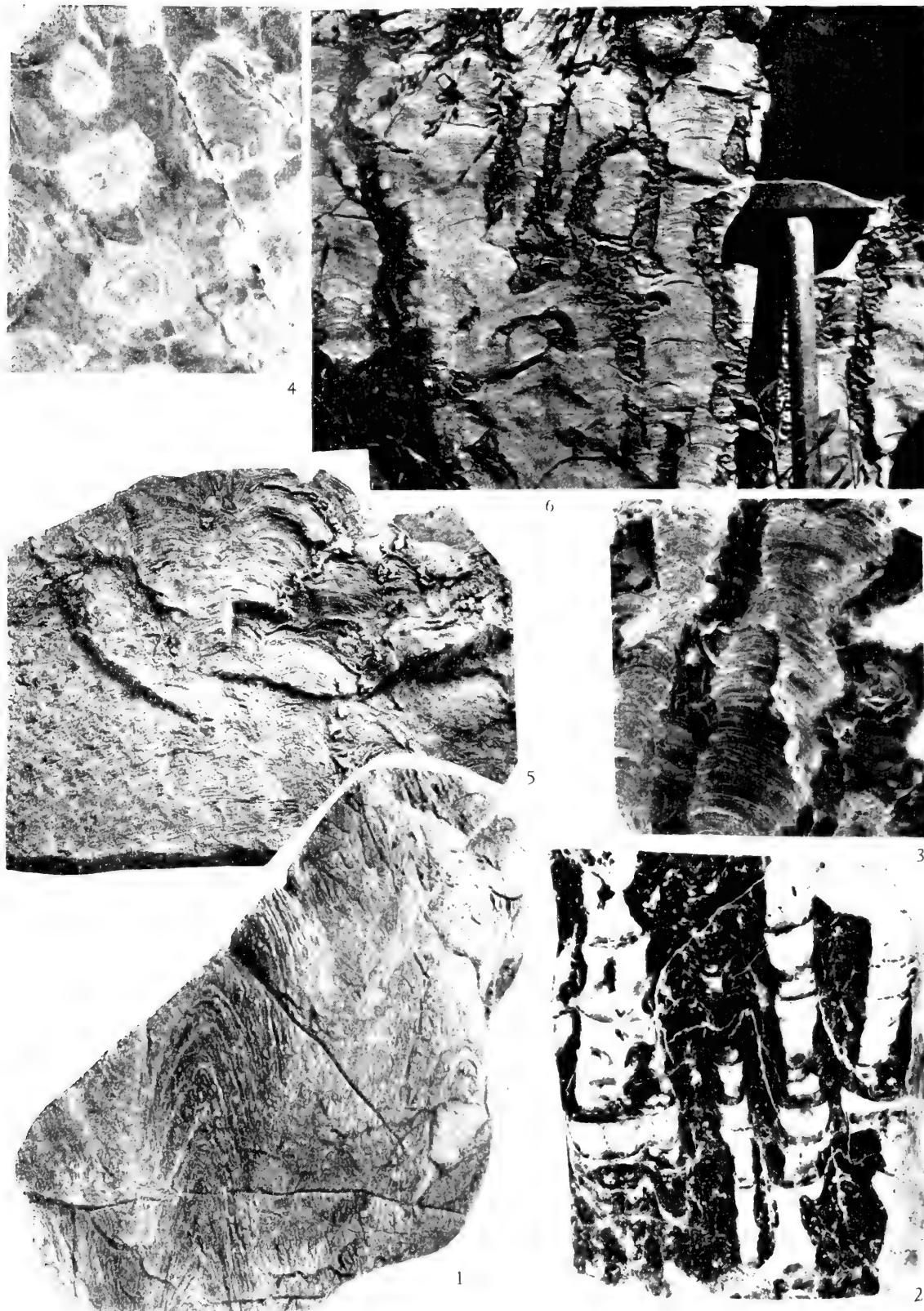
3



5











2



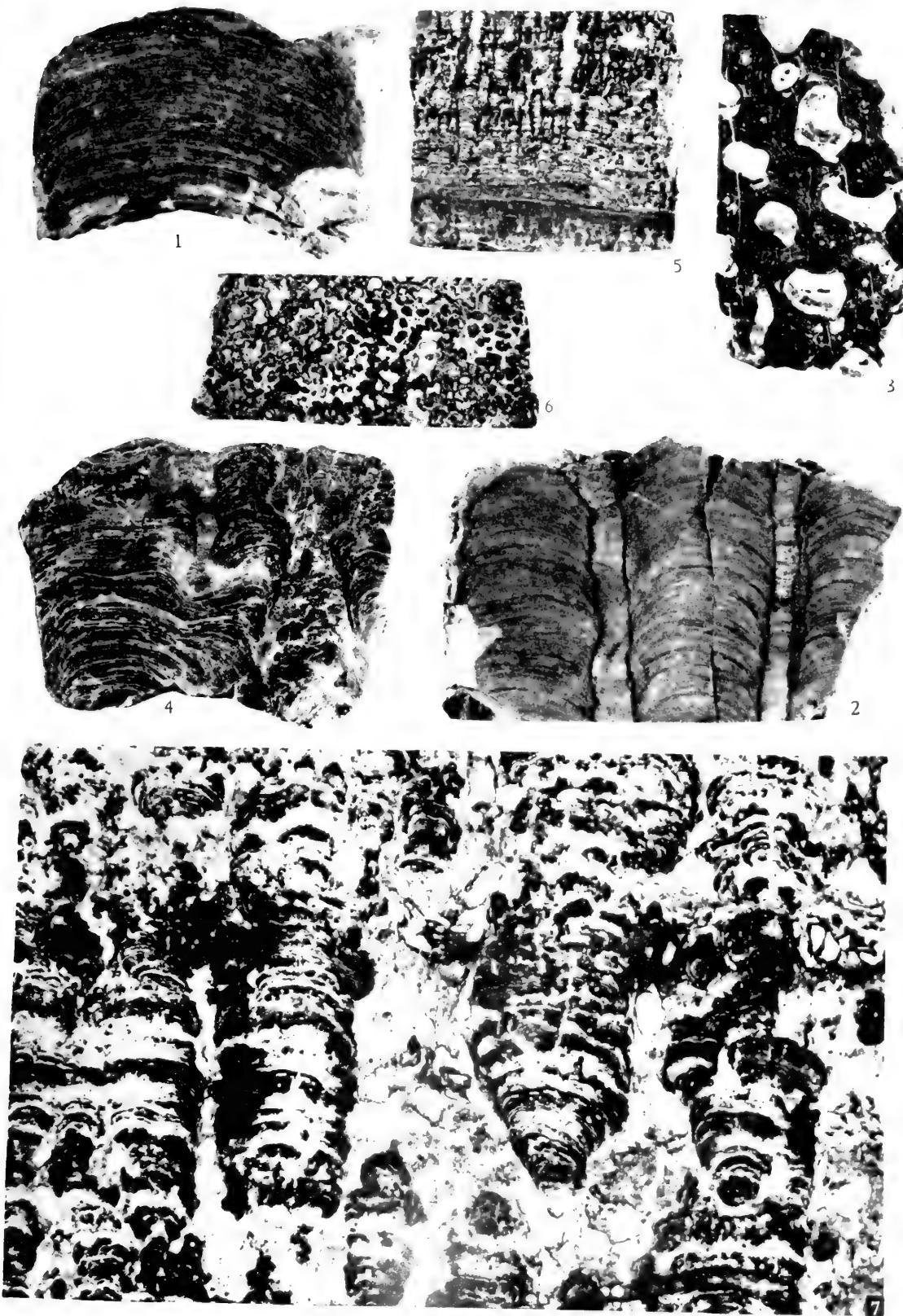
3

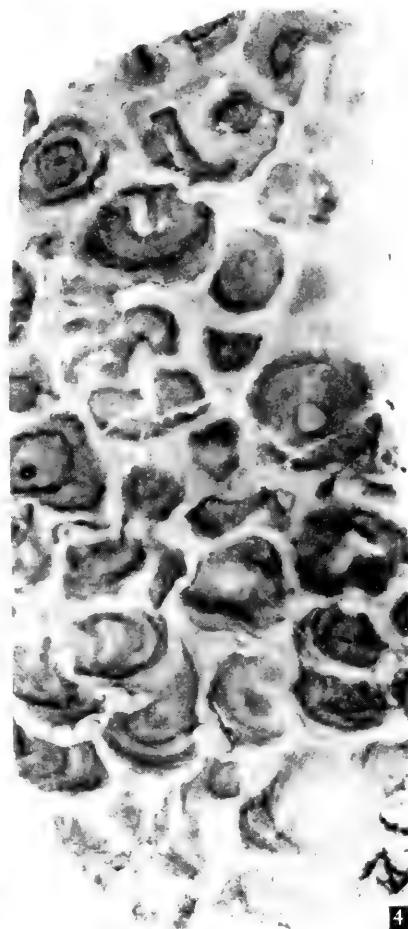
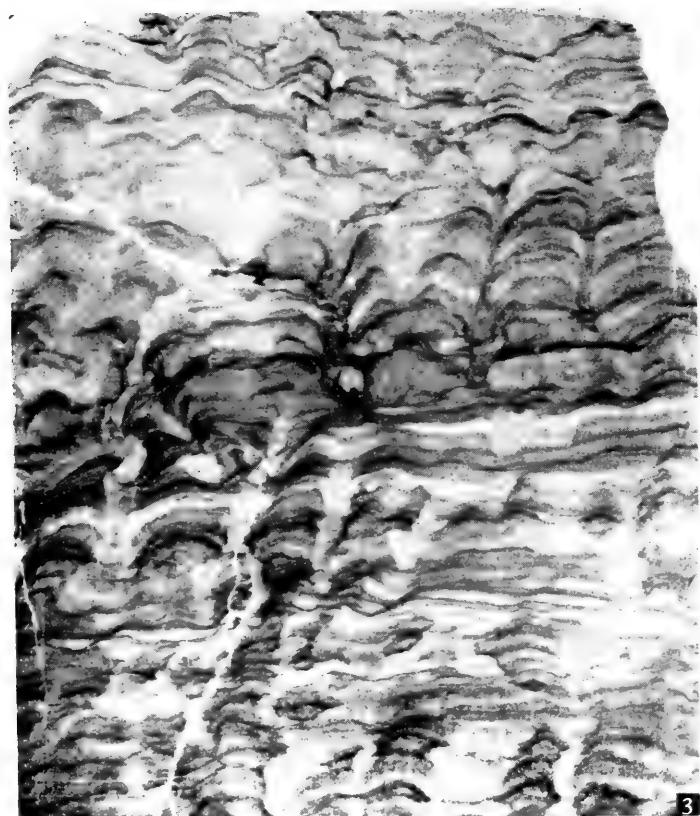
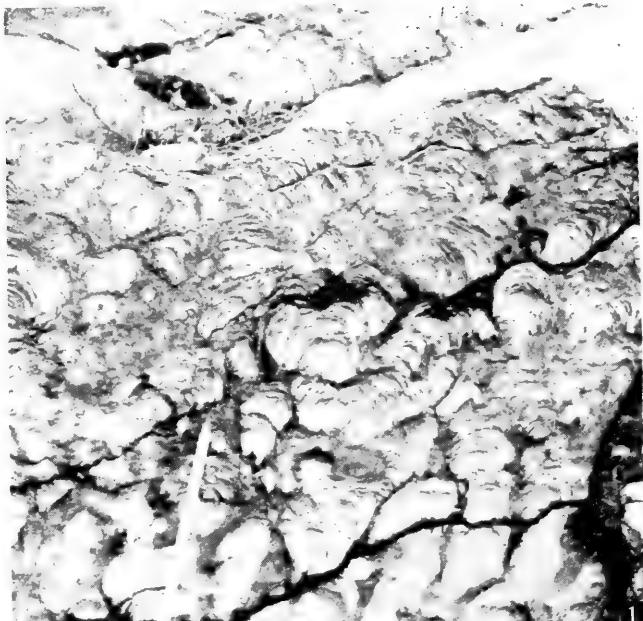
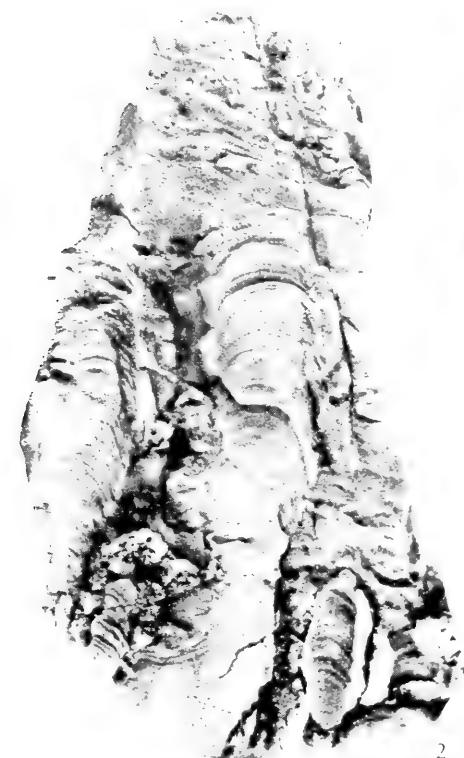


4



5





生物-环境控制论及其在寒武纪 生物地层学上和古动物地理上的应用

卢衍豪 朱兆玲 钱义元 林焕令 周志毅 袁克兴

(中国科学院南京地质古生物研究所)

内 容 提 要

本文以三叶虫类为基础, 将世界寒武纪动物群分为三大类型: (1) 东方动物群、(2) 西方动物群和(3) 中间动物群。其中东方动物群又可分为: (a) 华北类型, (b) 东南类型和(c) 过渡类型。西方动物群亦可分为: (a) 北美类型, (b) 大西洋类型和(c) 过渡类型。中间动物群为东方和西方两动物群的混合型。东方动物群分布在东亚、南亚、特提斯海区、澳大利亚和南极等地; 西方动物群分布在欧洲、北美和南美; 中间动物群分布在东方动物群与西方动物群之间的地区。近代对于动物区系的划分有几种理论, 其中目前流行的有地障说或地轴说、生物-大地构造说、水温控制说、纬度控制说、板块构造说等。本文对这些学说作了分析, 认为均难适用于我国寒武纪动物群区系的划分。文中提出了生物-环境控制论, 说明我国及世界其他地区动物区系划分的根据主要有三, 即: (1) 动物发源地、(2) 平行发展和(3) 自然环境。结合全球寒武纪动物群的分布情况, 讨论大陆漂移说和板块构造说。文末介绍一些我国东南类型和华北类型的三叶虫。

一、前 言

寒武纪时期地球上最丰富多采的动物是三叶虫, 以往根据欧洲和北美寒武纪三叶虫研究的结果, 认为地球上存在两个不同类型的动物群, 一个叫做大西洋动物群或称阿卡多-波罗的动物群, 另一个叫做太平洋动物群或称北美动物群。至于亚洲大陆和澳大利亚的寒武纪动物群过去也被人们分为大西洋动物群和太平洋动物群。事实上, 这种划分是十分牵强附会的。经过我国解放后大量地质工作的结果和参考邻近地区的情况, 笔者等认为东亚、南亚、东南亚和澳大利亚地区的动物群属于另一个大类型, 而不属于欧、美类型。因此在本文中将世界各地的寒武纪动物群重新予以分类, 首先分为三个大类: 即(1) 东方动物群、(2) 西方动物群和(3) 中间动物群。在东方动物群中再可划分为三种类型, 即: 华北类型、东南类型和过渡类型。在西方动物群中也可以再分为三种类型, 即: 北美类型、大西洋或阿卡多-波罗的类型和过渡类型, 这里所说的北美类型即过去所称的太平洋动物群或者被人们称为北极-美洲动物群。后面这两个名称很不恰当, 在本文中不拟采用, 而只用北美类型。

寒武纪之后, 进入奥陶纪时期, 上述存在于寒武纪的各种动物群类型, 仍然继续存在, 但情况较为复杂, 有一些新的类型出现。例如我国的“扬子型”或者叫做“扬子动物群”就

是一个显著的例子,这个类型在卢衍豪所著的《华中及西南奥陶纪三叶虫动物群》一文中已加以阐述。

在解释寒武-奥陶纪各类型动物群分布的控制因素方面,过去和目前国外流行的地障说或地轴说、生物-大地构造说、水温控制说、纬度控制说以及最近提出的板块构造说等等都不适用于我国寒武-奥陶纪生物群分布的情况,这些学说对于欧、美的寒武-奥陶纪生物群的分布来说,也存在着许多困难和自相矛盾不能自圆其说的现象。我们认为控制生物群分布的因素是与生物的发源地,生物本身的结构、生物群落、古生态、古气候、古地理、沉积物的性质甚至洋流等等有密切关系的,我们把这些错综复杂的因素总称之为“生物-环境控制论”。运用这个理论来解释国内外寒武-奥陶纪动物群的分布规律,我们认为是满意的,可以解决其它学说所不能解决的难题。

生物-环境控制论不仅对于生物群分布的规律能作出解释,同时对于大陆漂移说也提供了很重要的论据。从各类生物群分布来看,寒武纪是有一个联合大陆或泛大陆存在的,这个联合大陆至少在震旦纪时即已存在(赵金科, 1936),甚至在震旦纪以前也已经存在。这个联合大陆到了奥陶纪还没有分裂成为几块陆地(即现在的几个大洲)。在联合大陆分裂成为几个大洲的时候,并不是和欧、美目前流行的板块构造学说所说那样大致沿着两个不同的生物群分区的界线裂开的,因为许多板块的交接带都不是位于沿着两个生物群的界线的。恰好相反,在好多板块内部存在几个类型的动物群。事实上,绝大部分联合大陆上的海洋都是浅海性质的,即使这些浅海刚好是处在活动地带(即所谓地槽区)然而各大板块的交接地带(或叫做缝合地带)也不一定正是活动地带。因此,从寒武纪和奥陶纪的生物群的分布来看,地球上的几个洲,在寒武-奥陶纪时期是一个联合大陆,到了中生代它们逐渐分离。但寒武-奥陶纪不同生物群的分界线基本上是与各板块的界线无关的。这就说明从寒武纪生物群的分布,有助于验证大陆漂移说,但板块构造说却不能用于解释生物群的分布。

在探讨某些沉积矿的成因和分布规律方面,应用生物-环境控制论也能得出一些有益的启示。在成因方面、富集方面以及分布规律方面都与生物群的类型和沉积环境有极为密切的关系,因此对于探索这些矿物的富集带或富集区是有一定作用的。

本文提到的我国寒武纪地层和古生物资料,绝大部分是解放后廿四年积累的,特别是在伟大的无产阶级文化大革命中,新的地层和古生物成果对本文的完成有很大帮助。古生物方面,除三叶虫外,我们还结合一些孢子、海藻、古杯类、软舌螺等。为了说明我国寒武纪动物群的几个大类型,文末附几个三叶虫的化石图版,其中包括一些新属、种的描述。但由于各类型的三叶虫数量很多,这里只选择少数几个属、种作为代表,其余绝大部分见于“中国各门类化石”丛书中的《中国的三叶虫》(卢衍豪等, 1965)和最近南京地质古生物所编写的《西南地区地层古生物手册》。(印刷中)

文中一些不大常见的外国地名,一般都可以在1961年地图出版社编制出版的《世界地图(普及本)》中找到。

本文是集体写作,由卢衍豪、朱兆玲、钱义元、林焕令、周志毅搜集和整理地层和三叶虫方面的资料,袁克兴搜集和整理古杯类的资料,由卢衍豪执笔撰写。文末所附的中国寒武纪的一些各类型动物群图版及描述,分别由上述诸人执笔撰写。在撰写全文的过程中,

曾引用了许多地质机构在无产阶级文化大革命期间发现的新资料，笔者等对这些地质机构谨致谢意。

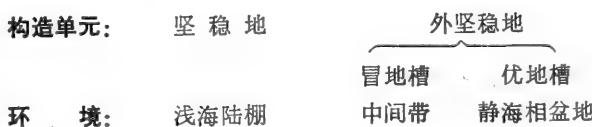
二、近代世界寒武纪动物群分区的几种主要学说

自十九世纪以来，地质工作者和古生物工作者对全世界寒武纪和奥陶纪的分区就相当注意，经常有人提出一些新资料并对于动物群分区作出种种解释。在讨论动物群分区的各种因素之前，我们应当先把各种寒武纪和奥陶纪动物群分区的情况作一简介（主要着重三叶虫群分区方面的），这样我们对于如何进行新分区并且对讨论新分区的因素有所依据。

自从十九世纪末到廿世纪初，在西欧、西北欧和北美东部分出所谓大西洋（或阿卡多-波罗的）动物群和美洲（或太平洋）动物群以来，最近一、二十年内还出现了许多新的分类或分类法。例如洛赫曼巴克和威尔逊（Lochman-Balk & Wilson, 1958）提出的生物-大地构造说（Bio-tectonics），惠汀顿（Whittington, 1966）及惠汀顿和胡厄（Whittington & Hughes, 1972）提出的水温控制说；威尔逊（Wilson, 1966），杜威、理查和斯克文顿（Dewey, Richards & Skevington, 1970）的板块构造控制说；最近帕尔玛（Palmer, 1972）在24届国际地质学会提出的纬度控制说（Latitudinal Control Hypothesis）。此外，还有以三叶虫亚目这样大的分类来命名生物区的（Cowie, 1960；Kobayashi, 1972）。在我国，过去也有以“南方动物群”和“北方动物群”或“直角石动物群”和“珠角石动物群”来区别奥陶纪生物群的。现在我们选择上述一些主要分类加以分析：

（一）生物-大地构造说

生物-大地构造说最初由威尔逊（1954, 1957）提出，其后洛赫曼巴克和威尔逊（1958）再加以增修，成为一个比较系统的假说，在这个假说发表以后，虽然有人根据其它地区的实际资料提出挑战（C. Poulsen 1960；Öpik, 1961；Whittington 1966, p. 731），但最近洛赫曼巴克（1970, 1972）仍坚持其说，生物-大地构造说的生物分区是以大地构造单位来命名的，洛赫曼巴克和威尔逊把它分为三种类型：（A）坚硬地型生物相、（B）优地槽型生物相和（C）冒地槽型生物相，（B）和（C）合起来也叫做外坚硬地型。这三种类型一方面与构造单元有关，另一方面也表现出它们的环境关系。两者之间的关系如下：



据威尔逊（1957）和洛赫曼巴克和威尔逊（1958）他们自己的意见，坚硬地型生物相等于老早以前华柯脱（Walcott）研究北美科迪勒拉地区寒武纪生物群时所命名的太平洋型动物群，也就是被后来的人们称作北美型动物群（Wilson, 1954）或北极太平洋动物群。而优地槽型生物相就是一般所说的大西洋型动物群或阿卡多-波罗的动物群，它分布在北

大西洋的两岸。至于冒地槽型动物群则是上述大西洋型动物群和北美型动物群之间的过渡型动物群，是混合相动物群。他们认为这三种类型动物群之间的关系主要是受大地构造单元所控制和沉积物决定的。在时间上，生物群由早期到晚期之间的突然和剧烈的生态上变化，基本上也是受地壳运动控制的。他们这个学说和过去提出的学说不同，最大的特点就是否定了长期被人们信赖的地障说。地障说的主要内容是大西洋型动物群和北美型动物群之间有一个连续不断的地障。在北美东部这个地障舒赫特 (Schuchert) 把它叫做“新不伦瑞克复背斜”。在西北欧，这个地障长期以来被人们叫做加里东地轴。这两个地障相连就把这两个生物群隔绝，各自独立的在地障的两侧发展和演化。

生物-大地构造说，从动物群类型分布的现象与大地构造单元和沉积环境关系方面作了一些解释，但基本上还没有脱离大地构造这个圈子。地障说也是从大地构造观点出发来说明动物群的分异，两者都根本没有或者极少触及划分生物群类型最重要的因素之一，即生物本身的结构。因此生物-大地构造说也和地障说一样，在实践中，不但对我国广大地区的情况不适用（这方面，后面我们将详加讨论），而且对于世界其它地区如澳大利亚 (Öpik, 1961)、欧洲 (Sdzuy, 1958; Orlowski, 1964; Lendzion, 1972)、西伯利亚 (Repina, 1964) 也都不适用。澳大利亚昆士兰中寒武统动物群含有 64% 的阿卡多-波罗的动物群，同时有一些所谓“太平洋型”三叶虫。若按照洛赫曼巴克和威尔逊的生物-大地构造说，应该属于“优地槽”“静海沉积相”的范围，但事实上含这些三叶虫的沉积物是属于“浅海陆棚”“坚硬地”类型的 (Öpik, 1961, 41—42 页)。为什么有这种现象呢？这是因为生物-大地构造说只顾及构造这一点而不及其余。在本文中，我们将澳大利亚这个三叶虫群归属于我们的“过渡型”，这点将在下面进行讨论。中欧和西欧方面，不论中寒武世 (Sdzuy, 1958; Orlowski, 1964) 或早寒武世 (Lendzion, 1972) 的三叶虫常有“大西洋型”和“太平洋型”混生或交错先后出现的情况，这也不能用生物-大地构造作解释。西伯利亚南部的早寒武世古地理曾被分为地槽型沉积和地台型沉积，但从各类型的三叶虫分布情况看来，两者间并没有明显的关系 (Репина, 1966, 图 2, 3, 4, 17—19 页)。各种类型的三叶虫绝大部分都可以存在于地槽和地台两个类型沉积物中。如何解释这种现象，我们也将在这本文中谈到东方动物群与西方动物群混合时再说明。总而言之，生物-大地构造说不但是遭到上述一些人的反对，也受到下面几种学说——水温说、板块构造说、纬度控制说的反对。从我国的情况看来也是与实际的地层古生物资料有矛盾的。

（二）水温控制说

1966 年，惠汀顿根据三叶虫划分世界奥陶纪（不包括特马豆克期 Tremadoc）的动物群为两个大区，即：(1) 北区，包括北美、北极各岛、格陵兰西部、苏格兰、北大西洋和北冰洋接界的斯匹次卑尔根群岛、波罗的-斯堪的纳维亚（包括挪威南部、瑞典、列宁格勒以东的波罗的海区）以及苏联。(2) 南区，包括南美安第斯区、不列颠群岛的中部、法国诺曼第和不列塔尼、中欧、地中海区、中国境内的喜马拉雅区和中国国境以外的喜马拉雅区、东南亚、澳大利亚及新西兰。只见于北区的三叶虫类有桨肋虫类 (Remopleurids)、深沟虫类 (Bathyurids)、盾形虫类 (Scutellids)。限于南区的有三瘤虫类 (Trinucleids)、美女神母虫类

(Dionidids)、圆尾虫类 (Cyclopygids)、隐头虫类 (Calymenids) 和平背虫类 (Homalonotides)。另外有不少三叶虫, 如 Asaphids, Illaerids, Pliomerids, Encrinurids, Cheirurids, Dalmanitids, Pterygometopids 和 Odontopleurids 在南、北两区都有, 但它们的属则各区不同。这就意味着在阿伦尼格 (Arenig) 到兰德洛 (Llandeilo) 这段时间内, 两区的三叶虫是沿着不同的路线进化的。此外还有不少三叶虫如球接子类 (Agnostids)、带针虫类 (Raphiophorids)、阿尔萨特虫类 (Alsaspidids)、舒马德虫类 (Shumardids)、油栉虫类 (Olenids) 以及 *Telephina*, *Carolinites*, *Sympysurus* 等属在南、北两区都有。由于有以上这些复杂的情况, 惠汀顿认为, 在阿伦尼格-兰德洛时期, 海洋是彼此相通的, 但南北两区中的底栖动物的扩散分布则彼此受到一定的限制, 限制彼此扩散伸入对方生活区的原因是洋流。他认为, 洋流的温度是反映当时的气候的, 不同的洋流的温度是控制不同动物群分布的重要因素。他认为, 北区的海水是温水, 北区的海水为什么水温高, 是由于奥陶纪时期的古赤道不是在今日赤道的位置上, 而是位于以下几条线上: 一条是位于北美洲中部的南北向的一条线上, 由芬兰向南到黑海与里海之间; 一条位于阿根廷首都布宜诺斯艾利斯与阿根廷西北部并斜穿安第斯山脉入太平洋。他认为, 在兰德洛时期, 南北两区动物群彼此相通已增加, 但直至卡拉多克 (Caradoc) 初期分区仍然清楚, 以后则混生现象日趋严重, 到了奥陶纪末期 (阿石极期 Ashgill) 全世界只剩下一个单一的动物群了。

惠汀顿用上述气候不同亦即冷暖洋流的不同来解释动物群分区, 一方面否定了地障说, 认为奥陶纪世界各处海洋是彼此相通的, 漂浮的和游泳的动物不受地障的阻隔, 可以畅行无阻 (Whittington, 1966, 720 页); 另一方面也否定了前一节所谈的洛赫曼巴克和威尔逊的生物-大地构造控制说, 认为大地构造单元和沉积相与三叶虫群的分区和分布无关 (Whittington, 1966, 717 页, 724 页)。

最近, 惠汀顿和胡厄 (1972) 对水温控制奥陶纪三叶虫群分布作了进一步研究和重要修改。他们认为, 北美、北欧、东北亚、东南亚和澳大利亚的动物群是属于温水的, 南美、南欧和北非是属于冷水的。冷水的动物群扩散面较窄。在三叶虫群方面, 早奥陶世 (Arenig-Llanvirn) 分为四区, 即: (1) Bathyrurid 动物群, 分布在北美、中亚哈萨克斯坦和东北亚; (2) Asaphid 动物群, 分布在波兰、爱沙尼亚和瑞典; (3) *Selenopeltis* 动物群, 分布在捷克斯洛伐克、法国、摩洛哥、英国中部; (4) *Asaphopsis* 动物群, 分布在南美和澳大利亚。此外, 他们并运用威尔逊 (1966) 和杜威等 (1970) 板块学说的概念分为以下几个陆块: (1) 冈瓦纳陆块, 包括非洲、南美、南极洲、澳大利亚、印度; (2) 北美陆块, 包括北美、北极诸岛、爱尔兰西部、苏格兰、挪威西部、纽芬兰西部、格陵兰; (3) 波罗的区陆块, 包括东欧、俄罗斯地台、乌拉尔山; (4) 南欧陆块, 包括南欧、英格兰、威尔士、爱尔兰东南部, 向东延伸至土耳其和叙利亚; (5) 东北亚陆块, 包括西伯利亚地台、哈萨克斯坦; (6) 东南亚陆块, 包括中国和从缅甸到马来亚的东南亚诸地。他们认为, 当时的“北极”在冈瓦纳陆块上的非洲西部, “南极”在北美、乌拉尔山、冈瓦纳大陆东北亚几个陆块之间, 各陆块分散在地球表面, 同时有一个原始大西洋和一个原始特提斯海。由于南美、南欧和北非各陆块靠近非洲西部的“北极”, 水温是冷流, 所以其动物群是冷水的。北美、北欧、东北亚、东南亚和澳大利亚接近赤道和赤道南北 30° 之间, 所以水温是温暖的, 动物群属于暖流。

惠汀顿和胡厄虽然用了很长的篇幅叙述水温与动物群的关系, 以及从板块构造学说

来阐述水温和板块构造的关系。但从中国向西南欧以及中国向南通向澳大利亚、新西兰等处这一广大地区的情况看来,不论从水温角度或板块构造对水温的影响来说,都不能说明能够根据动物群来划分气候,也不能由气候来划分动物群,这是第一点。其次,还有格陵兰北部,最近发现了中寒武世的大西洋动物群,但在其接近的地区(相距不过 300 多公里)却是标准的北美动物群,因此 V. 鲍森 (V. Poulsen, 1969, 12 页) 认为,洋流和温度不能解释寒武纪动物群分区。另外,在阿根廷西北部的一个地层中同时存在中寒武世大西洋和北美动物群,也是用水温的理论不能解释的 (C. Poulsen, 1960b, 38—39 页)。第三,惠汀顿和胡厄把下奥陶统的 *Asaphopsis* 动物群只限于南美和澳大利亚也是不符合事实的,其实 *Asaphopsis* 最发育的地区是在扬子区和东南亚,但从惠汀顿和胡厄的古地理和动物群区分布图看来 (247 页, 图 3), 澳大利亚的 *Asaphopsis* 动物群在地理上是与没有 *Asaphopsis* 的华北和朝鲜较为接近的,反而与含有许多 *Asaphopsis* 的扬子区和东南亚离得很远;和产 *Asaphopsis* 的南美也一样离得很远,中间还隔着有南极洲。另外,他们把东南亚(错误地把中国也包括在东南亚内)和东北亚(哈萨克斯坦也在内)分开成为两个彼此远隔的陆块。这种划分办法,我们认为也是错误的。哈萨克斯坦的奥陶纪三叶虫动物群 (Чугаева, 1958; Лисогор, 1961) 中的许多属都是和我国东南型一样的,有的见于东南区的浙西、皖南,有的见于东南型的祁连山和鄂尔多斯(卢衍豪等, 1965; 张文堂、范嘉松, 1960), 其中最特征的是 *Hysterolenus*, *Inkouia* (*Inkouia* Chang & Fan 1960 = *Agalatus* Lisogor 1961), 前一属首先在祁连山发现,后一属在哈萨克斯坦发现,前一属名发表在先,后一属名为前一属名的同义语,应取消), *Apatokcephalus*, *Birmanites* (即 Чугаева 1958 年的 *Oygites*), *Bulbaspis*, *Bathyuriscops* 等。另外利萨果尔 (Лисогор) 定名为 *Apatokcephalus replicare*, 这个种 (Лисогор 1961, 78 页, 图版 III, 图 8—13) 可能就是祁连山所产的 *A. kansuensis* Chang & Fan (张文堂、范嘉松, 1960, 112 页, 图版 III, 图 13—17, 插图 12—13)。同时, *Bathyuriscops* Lisogor (1954) 一属和阿根廷早奥陶世所产的 *Proetilla* Harrington & Leanza (1957) 以及美国缅因州东北部所产的 *Annamitella?* *borealis* Whittington (1964, E28, 图版 6, 插图 4) 有可能都是越南北部所产 *Annamitella* Mansuy (1920), 同样的三叶虫据说也见于澳大利亚中部早奥陶世 (Whittington, 1964, E30 页)。除 *Annamitella* 外, 这几个产地的另外许多三叶虫都是属于我国东南型或欧洲波罗的型的。由此看来,惠汀顿和胡厄硬把产这些相同或相似三叶虫群的陆块割裂开来,是极可怀疑的。这个问题我们在讨论寒武纪时期地球上有一个联合大陆或泛大陆时还要谈到。

(三) 板块构造说

在上述惠汀顿和胡厄 (1972) 提出海水温度与生物群分区的关系时,他们曾经把板块构造的理论加进去。在此以前,威尔逊 (1966) 根据大西洋两岸早就被人们注意到的早古生代“大西洋动物群”和“北美动物群”(即所谓“太平洋”动物群)的分区和分布问题,作了新的解释。威尔逊从过去的资料画了一张大西洋两岸这两个动物群的分布图 (图 1)。从这张图可以看出以下几个特点:即 (1) 大西洋动物群的分布,除欧洲外,也分布在北美的东部的纽芬兰岛东南、新不伦瑞克南部直至波士顿; (2) 北美动物群的分布除北美外,也

分布在欧洲挪威的西北部、爱尔兰西北部、苏格兰和英格兰的北部。这就是说大西洋动物群在北美占上了几块，北美动物群在欧洲也占上了几块（包括北大西洋与北冰洋交界处的斯匹次卑尔根群岛，在该群岛两个动物群各占其半）。威尔逊对于这种奇怪的分布是这样解释的：他认为大西洋动物群和北美动物群原是分布在大致相当于今日的欧洲和北美（包括格陵兰），有一度这两个陆块互相接近，但中间有一条连绵的岛弧和一个原始大西洋把两个陆块隔开，因此两个动物群互不相通。以后这两个陆块又接合成一个陆块，后来这个接合起来的单一的陆块再度裂开又成为两个陆块，但裂缝不是原来两个陆块接合成一个陆块时的接合线，而是穿过岛弧和陆块内地的一条新线，就好象一个破盘子一样，原来分成两半，用补钉补起来再打破，又分成两半，但破的地方不是补钉的地方，因此所破开的两半，各半都沾上老的另一半的一些部分。这就是为什么北美东部有一部分是欧洲的大西洋动物群，欧洲西部（挪威西北部，英伦三岛北部和西北部）为什么有一部分是北美动物群的解释（图 2）。

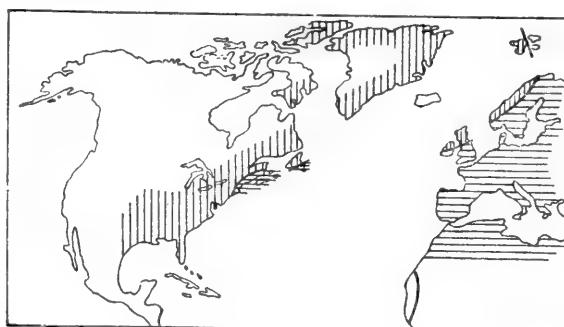


图 1. 大西洋两岸大西洋动物群(横线)和北美动物群(竖线)分布图

(据 J. T. Wilson, 1966)

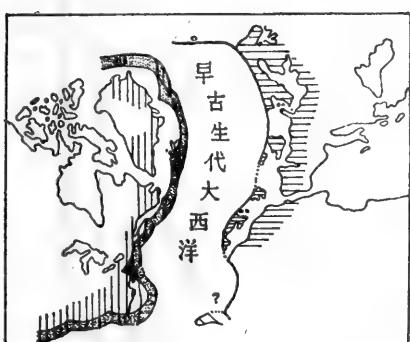


图 2. 早古生代大西洋两岸动物群分布图
横线——大西洋动物群；竖线——北美动物群；
细点——岛弧。
(据 J. T. Wilson, 1966)

1970 年，杜威、理查和斯克文顿根据上述威尔逊 (1966) 的概念和结合惠汀顿 (1966) 动物群分区的概念，用海底扩张和板块构造的理论解释北大西洋两岸两大动物群分布的现象。图 3 就是他们用板块构造解释动物群分布的概念：A 带是北美动物群（即他们的“太平洋”动物群）的分布区，B 带和 C 带是大西洋动物群的分布区；A 带是劳伦斯板块区，B, C 两带是非洲-欧洲板块区，另外还有一个波罗的板块。在 A 带与 B 带之间有一条线，它是各板块的边缘。他们认为，在 A 带与 B

带这条线上没有任何地理上的或气候上的障碍使两个动物群发生分异。根据杜威这一结论，实际上，这就完全否定了惠汀顿的用水温解释动物群分区的假定，同时也否定了老的地障说，如北美的新不伦瑞克地背斜 (New Brunswick Geanticline) 或西北欧的加里东地轴。然而不论威尔逊或杜威、理查和斯克文顿，都只说不同的板块有不同的动物群，而没有说明为什么在不同的板块上会有不同的动物群出现。这就使人们留下了许多不易解释的疑难，同时也不符合世界其他各地的情况，甚至也不符合北大西洋两岸最近发现的许多事实。威尔逊的“岛弧”，实际上和老的“地障”说的地障一样，对划分动物群来说，没有多大的区别，都是主张两个动物群之间有陆地分隔。陆地分隔动物群的说法已被许多研究

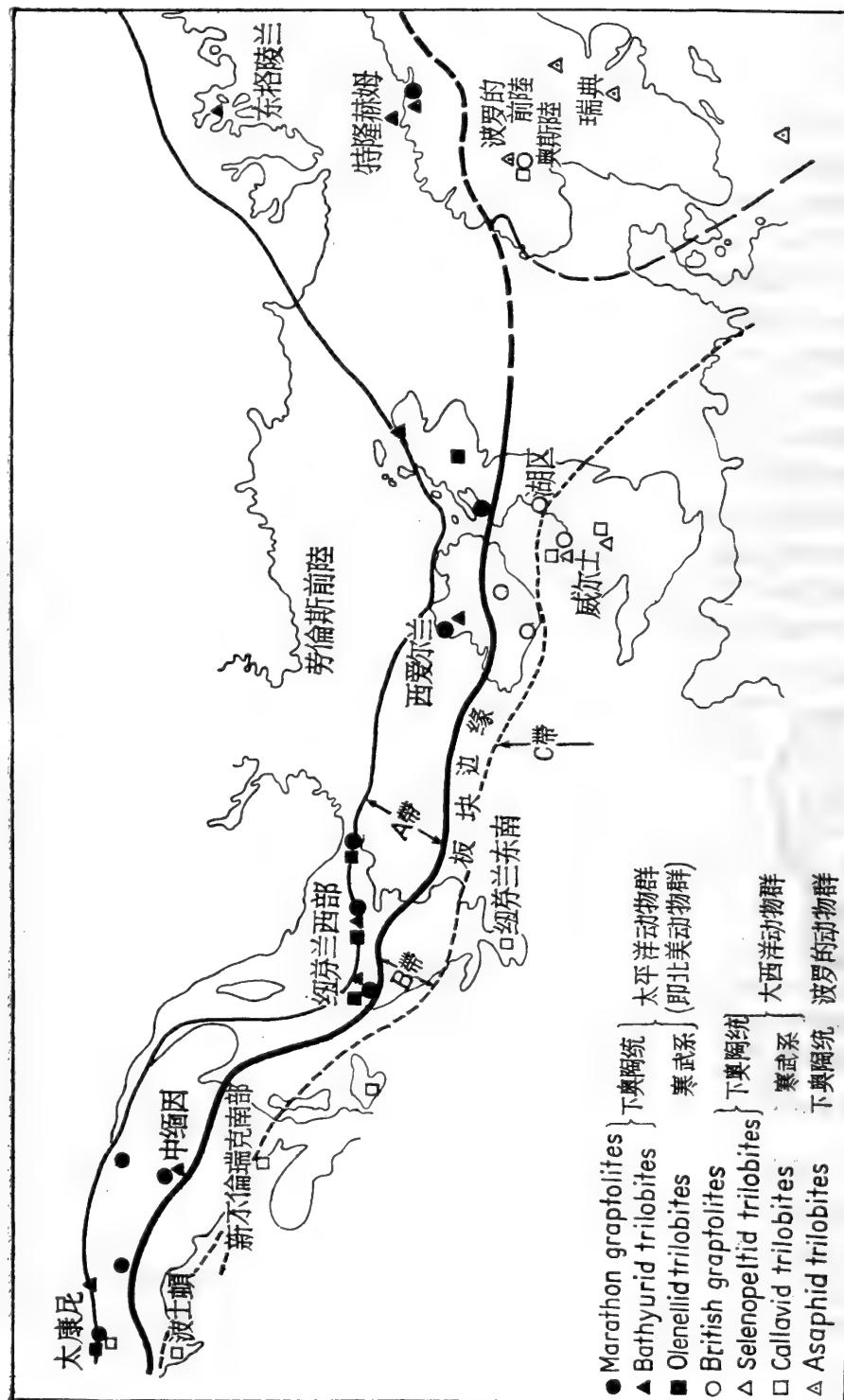


图3. 北大西洋寒武纪及早奥陶世西方动物群(三叶虫及笔石)分布图

(据 Dewey 等, 1970)

早古生代动物群的人们否定,目前只有极少数的人还相信(如 Öpik, 1957, 267 页; Kobayashi, 1966a)。例如过去认为纽芬兰的中部是一个地障,阻隔东南部的大西洋动物群与西北部北美动物群的交往,最近这个地障由于在中部找到混合相动物群(Kay & Eldredge, 1968)而被否定了,认为中部不但不是一个陆地,反而是一个海盆(Palmer, 1969),因此威尔逊的“岛弧”也就不存在了。关于杜威等的劳伦斯板块范围内产北美动物群,非洲-欧洲板块产大西洋动物群的说法,根据下列资料也不能成立: (1) 伯德和拉塞蒂(Bird & Rasetti, 1968)在杜威等典型的 A 带地区纽约的太康尼(Taconics)发现混生的北美和大西洋动物群。对于这种现象杜威等(1970, 24 页)含糊其词,说它是由于动物群分区程度的变化。既然不同动物群是在两个分离的板块上,那么又何来分区程度的不同呢? (2) 按照杜威等的划分,格陵兰也在 A 带上,但据 V. 鲍森(1969)报导,格陵兰除确实有大量北美动物群外,最近也发现了中寒武世的大西洋动物群。这也对于用板块来区分动物群的学说十分不利。(3) 据柯韦(Cowie, 1960)报导,北半球的北部约略相当于北纬 56° 以北的广大地区,早寒武世大西洋动物群和北美动物群同时存在的地点有十余处,主要在格陵兰西北部、格陵兰东部和西伯利亚。(4) 在南美阿根廷 C. 鲍森(C. Poulsen, 1960)发现标准的北美中寒武世晚期 *Bolaspidella* 动物群与大西洋动物群的球接子类(如 *Clavagnostus*, *Diplagnostus*, *Phoidagnostus*, *Cotalagnostus*)交错出现。为何交错出现, C. 鲍森(1960, 39 页)语焉不详,只说是由于海浸引起(Acado-Baltic invasion)。但是,我们如果用杜威等板块构造来解释,同样也是说不通的。交错出现的现象在中间型动物群和过渡型动物群所占地区到处都十分显著,都不能用板块构造来解释。

(四) 纬度控制说

这是 1972 年在加拿大蒙特利尔召开的第 24 届国际地质学会上帕尔玛(Palmer)提出的假说。主要的意思是寒武纪时期地球上四个不同的浅海相动物群(北美、西伯利亚、中欧和东南亚-澳大利亚-南极洲),和两个洋相动物群(这两个洋相动物群都有很多球接子,但非球接子三叶虫各有不同,其一为西欧的 Paradoxidids 和 Olenids, 其二为太平洋的 Oryctocephalids, 一些 Corynexochoids, Pterocephalids 和 Richardsonellids)。帕尔玛认为,欧洲动物群是分布在高纬度的,美洲的动物群是分布在中纬度的,西伯利亚-亚洲-澳大利亚-南极洲动物群是分布在低纬度的。当时地球的一个极在非洲西北角的大西洋中。冈瓦纳大陆是非洲、南美、南极洲和澳大利亚、印度、斯里兰卡等相连的大陆。在这块大陆上赤道线在南极洲。

帕尔玛的这个纬度控制说没有说明高纬度、中纬度与低纬度是否与不同的水的温度有关,因此很难猜透纬度的高低究竟与不同的动物群分布有什么联系。我们认为,帕尔玛的这个假说和惠汀顿和胡厄(1972)的水温控制说可能是有相似之处的,因为他们的出发点都是认为地球的一个极是在非洲西北部,他们的冈瓦纳大陆的几个陆块(南美、非洲、南极洲、澳大利亚、印度)的复原位置也是一样的。前面我们已经对惠汀顿和胡厄的“水温控制说”作了评论,这个评论对于帕尔玛的“纬度控制说”也能适用。

总结以上(1)生物-大地构造说、(2)气候、水温控制说、(3)板块构造控制说、(4)纬

度控制说以及早期的(5)地障说都不能完满地解决早古生代动物群分区的问题。笔者等认为,这几种学说不能解决动物群分区问题的主要原因有几点:(1)过分强调外因,而忽视内因,以上四种说法都是属于外因论的范畴,而且基本上都是从大地构造入手。生物-大地构造说就是根据坚硬地、冒地槽、优地槽等大地构造概念脱胎而来的。气候(水温)控制说,说的虽然是海水的温度,但水温的变化与洋流有关,而洋流则受地轴变动和陆块漂移的影响,说来说去归根到底还是由大地构造来控制。板块构造说和地障说更是完全从大地构造单方面入手,要不是不同的动物群生存在不同的板块上,就是由于地障的阻隔,使地障两侧的动物群不同。这些学说都忽视了一个最重要因素,即生物本身结构和遗传的因素。我们认为大地构造不过只是动物群分区的诸因素之一而已,并不是唯一的最重要的因素。(2)对于世界动物群的分区最根本的现象没有弄清。例如,大西洋动物群和北美动物群与亚洲、澳大利亚、南极洲的动物群是什么关系?过去有人把后几区的动物群统统都跟着欧、美的叫法说成是大西洋动物群、北美动物群,或是什么“印度太平洋”动物群等等。事实上后几区的动物群和欧美的动物群是有区别的,同时又有联系的。有区别的是欧、美区和亚、澳、南极区在寒武纪一开始就各有其不同的动物群;有联系的是有几类漂浮为生的三叶虫和个别游泳的三叶虫是两区相同的。这就关系到生物本身的结构和遗传,主要是属于内因方面的,这点我们在后面还要详谈。(3)由于对世界动物群分区最根本的现象没有弄清,因此就很难进一步提高到分析动物群分区的主要原因。我们认为欧、美区和亚、澳、南极区是寒武纪时期地球上两个大动物群区,介于两者之间的是混合动物群区。这个分区与联合大陆或称泛大陆是密切相关的。前面我们不赞同板块构造对动物群分区的影响,但我们赞同魏格纳(Wegener)的大陆漂移说。我们赞同魏格纳的大陆漂移说,并不是说大陆漂移对寒武纪动物群的分区有任何影响,只是说各个大陆原来是一个联合大陆,其上分布着各种动物群,联合大陆在中生代裂成为不同的板块漂开后,每一个板块上都或多或少地遗留着早古生代各种不同的动物群的化石,我们根据各大陆上不同的动物群的分布,把相同的连起来,就成为一个联合大陆了(图 7)。

三、世界寒武纪动物群的新分类与生物-环境控制论

(一) 世界寒武纪动物群的新分类

从五十年代开始近二十多年来,亚洲、非洲、南美、澳大利亚和南极洲寒武纪地层和古生物的研究,都获得了相当大的进展(Opik, 1957, 1961, 1968; Kobayashi, 1972; Palmer, 1972; C. Poulsen, 1960b; V. Poulsen, 1958)。特别是我国解放以来的进展,影响很大,对于澳大利亚、南极大陆以及亚洲大陆寒武纪动物群的性质的认识,有很大帮助,扭转了过去许多错误的看法。在欧洲和北美方面,一些地区混合型动物群的发现(Cowie, 1960; Henningsmoen, 1957, 1958; C. Poulsen, 1960; V. Poulsen, 1969; Bird & Rasetti, 1968; Whittington, 1964)也有助于弄清楚动物群分布的基本规律。下面我们综合这些成果,提出我们对世界寒武纪动物群新分类的意见。首先,我们把全世界的寒武纪动物群分为三大动物群,每一动物群再分为若干类型,如下:

- I. 东方动物群
 - A. 华北型
 - B. 东南型
 - C. 过渡型
- II. 西方动物群
 - A. 北美型
 - B. 大西洋型或阿卡多-波罗的型
 - C. 过渡型
- III. 中间动物群——东方动物群与西方动物群混合型

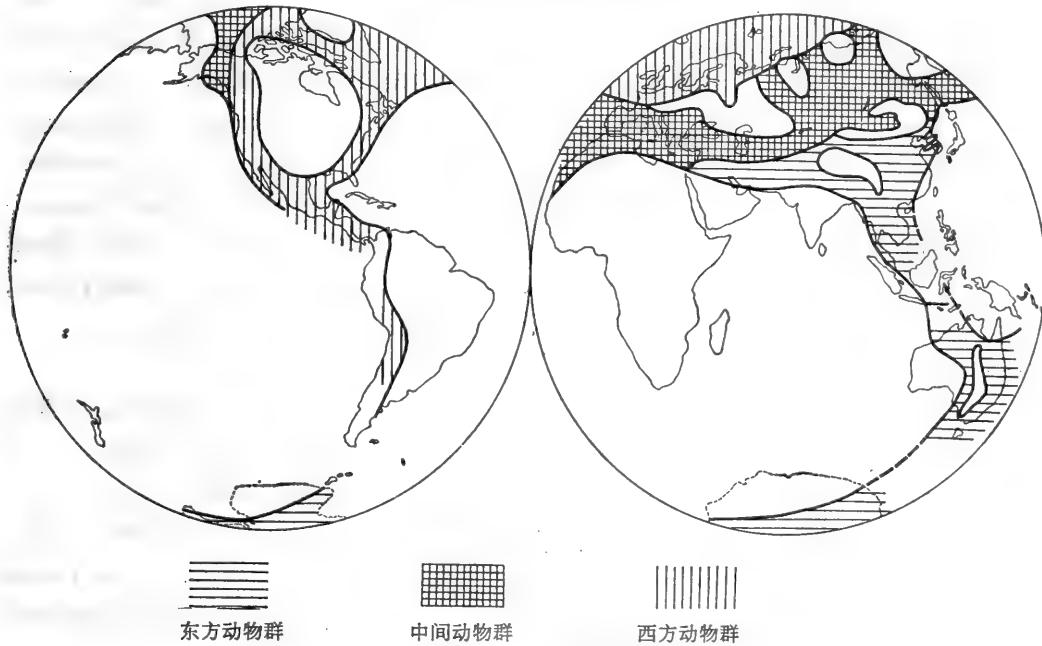


图 4. 寒武纪三叶虫动物群分布图

以上各动物群的分布地区(见图 4)及所含的动物群如下:

I. 东方动物群——主要分布在东半球的东部,包括东亚、南亚、中亚、东南亚、西亚南部,大洋洲,南极洲(见图 4 和图 5)。

A. 华北型:

1. 分布地区: 我国的华北、东北南部、华中和西南,朝鲜半岛,南亚,东南亚,西亚南部,澳大利亚西部及中部,南极洲。

2. 动物群主要特征:

(a) 早寒武世——Redlichidae, Dolerolenidae (*Malungia*, *Paramalungia*), Drepanopygiidae, Mayiellidae, Gigantopygidae (*Yiliangella*, *Yiliangellina*), Abadiellidae (*Parabadiella*), *Palaeolenus*, Cheiruroideidae (*Cheiruroides*), Ptychopariidae (*Yühsienszella*, *Shantungaspis*, *Probowlmania*, etc.), *Yunnanocephalidae*, *Kueichowiidae*, *Yinitidae* 等等。

(b) 中寒武世——Mapanidae, Crepicephalidae, Dorypygiidae, Ptychopariidae (*Ptychopariinae*, *Probowlmaniinae*, *Tengfengiidae*), Conocoryphidae (*Bailiella*), Solenopleuriidae (*Solenop-*

pariinae), Agraulidae (Poriagraulinae, Lorenzellinae), Inouyiidae, Lisaniidae, Proasaphiscidae, Holanshaniidae, Anomocarellidae, Dolichometopidae

(*Amphoton*, *Fuchouia*, *Amphotonella*, *Sunia*), Damesellidae (*Damesella*) 及少量的 Agnostids (*Peronopsis*, *Hypagnostus*) 等。

(c) 晚寒武世——*Shirakiellidae*, *Ordosiidae*, *Agraulidae* (*Lorenzellinae*), *Kingstoniidae*, *Diceratopygidae*, *Tsina-niidae*, *Komastiidae*, *Pagodiidae*, *Leiostigidae* (*Chuangia*, *Chuangioides*, *Chuangiella*, *Eochuangia*, *Iranochuangia*, *Chuangina*), *Damesellidae*, *Kaolishaniidae*, *Ptychaspidae*, *Saukiidae*, *Liostracinaidae*, *Changshaniidae* 及少量 Agnostids (*Pseudagnostus*, *Homagnostus*, *Quadrahomagnostus*) 等等。

B. 东南型:

1. 分布地区: 中国东南部、西北部及云南西部, 澳大利亚东部。

2. 动物群主要特征:

(a) 早寒武世——*Redlichia*, *Cheruroideidae* (*Hunanocephalus*, *Cheruroides*) *Oryctocephalidae* (*Arthricocephalus*) 等等。

(b) 中寒武世——大量 Agnostids

(*Diplagnostus*, *Oidalagnostus*, *Linguagnostus*, *Goniagnostus*, *Lejopyge*, *Ptychagnostus*, *Triplagnostus*, *Hypagnostus*, *Peronopsis*), *Fuchouia*, *Damesella*, *Dorypyge*, *Xystridura*, *Centropleura* 等等。

(c) 晚寒武世——大量 Agnostids (*agnostus*, *Aspidagnostus*, *Lotagnostus*, *Geragnostus*, *Glyptagnostus*, *Pseudoglyptagnostus*, *Pseudagnostus*), *Olenidae* (*Chekiangaspis*, *Protopeltura*, *Parabolinella*, *Westergaardites*, *Olenus*), *Ceratopygidae* (*Proceratopyge*, *Diceratopyge*) *Jegorovaia*, *Asaphidae* (*Niobella*, *Charchaqia*, *Yuepingia*, *Pseudoyuepingia*), *Hedinaspis*, *Promacropyge*, *Acrocephalina*, *Quizhoucephalina*, *Liostracina*, *Onchonotina* 等等。

C. 过渡型:

(1) 分布地区: 分布在我国湘西、黔东、黔东北、黔东南、皖东(滁县)、皖南, 朝鲜南部, 澳大利亚的中部靠东地带。

(2) 动物群的特征: 除了上述华北型及东南型的各种三叶虫或多或少都有其存在外, 有时还有一些本地区特有的属, 如 *Stigmatoa*, *Shengia*, *Bergeronites* 等等。

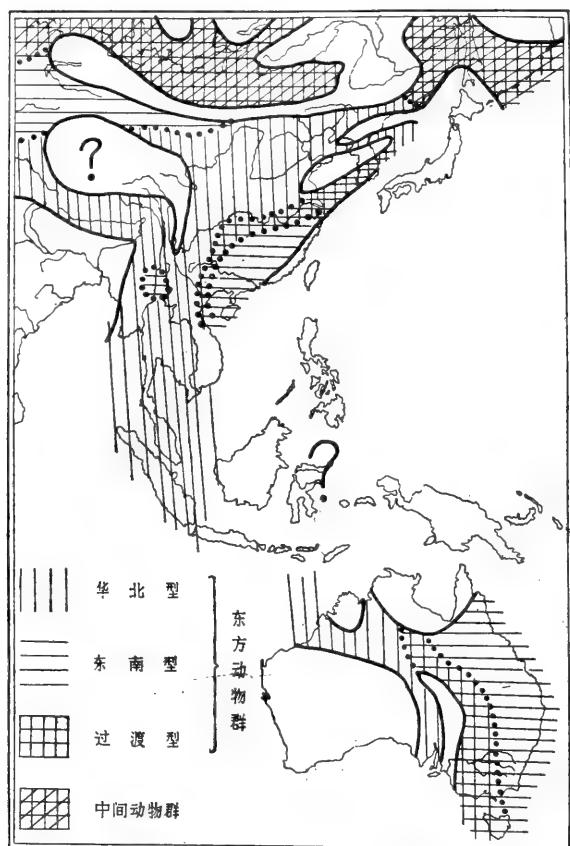


图5. 亚洲、澳大利亚区寒武纪动物群分布图

II. 西方动物群——主要分布在东半球的西部和西半球。包括西欧、西北欧、南美、北美(见插图 3, 4)。

A. 北美型:

1. 分布地区:

北美阿帕拉契区和科迪勒拉区、纽芬兰东部、挪威西北特隆赫姆区(Trondheim)、爱尔兰西北部、英格兰北部、苏格兰、斯匹次卑尔根群岛、加拿大、北极区。

2. 动物群的主要特征:

(a) 早寒武世——*Olenellus, Paedeumias, Bonnia, Bonniella, Prototypus* 等等。

(b) 中寒武世——北美型的 Non-Paradoxidian 及少量球接子(Agnostids)。

(c) 晚寒武世——北美型的 Non-Olenidian 及少量球接子。

B. 大西洋或阿卡多-波罗的型:

1. 分布地区:

西欧、西北欧、北美东部(纽约州东部、缅因州南部、新不伦瑞克、纽芬兰东南部、爱尔兰东部、英格兰中部和南部)。

2. 动物群主要特征:

(a) 早寒武世——*Holmia, Callavia, Kjerulffia, Strenuella, Atops Protolenus* 等等。

(b) 中寒武世——大量 Paradoxidian 动物群及大量球接子(*Diplagnostus, Oidalagnostus, Linguagnostus, Goniagnostus, Lejopyge, Ptychagnostus, Triplagnostus, Hypagnostus, Peronopsis, Doryagnostus, Clavagnostus, Acadagnostus, Ciceragnostus, Phoidagnostus* 等)、*Proceratopyge, Anomocaridae, Dawsonia Opisidiscus* 等等。

(c) 晚寒武世——大量 Olenidian 动物群(*Olenus, Parabolina, Leptoplastus, Eurycare, Protopeltura, Peltura, Ctenopyge, Westergaardia, Acerocare, Acerocarina, Sphaerophthalmus* 等)、*Proceratopyge, Acrocephalites, Eoasaphus, Niobe, Niobella* 及大量球接子(*Agnostus, Glyptagnostus, Homagnostus, Pseudagnostus, Lotagnostus, Geragnostus*)等等。

C. 过渡型:

1. 分布地区:

主要分布在北美动物群与大西洋动物群接界处,如北纬 56° 以北(Cowie, 1960),北美东部太康尼区(Bird & Rasetti, 1968),格陵兰北部(V. Poulsen, 1969),纽芬兰中部(Kay & Eldredge, 1968),南美阿根廷(C. Poulsen, 1960)。

2. 过渡型动物群的特征:有的是大西洋动物群与北美动物群混生,如太康尼区、纽芬兰中部、阿根廷西北部(Cowie, 1960, p. 62),有的在极接近的两个地区出现两种类型的动物群,如格陵兰北部和格陵兰西北部(V. Poulsen, 1964, 1969)。

III. 中间动物群:

1. 主要分布在东方动物群与西方动物群分布区域之间的中间地带(参阅图 4),自乌拉尔山以东的西伯利亚地区直至亚洲大陆的东北部进入北美洲西部的中阿拉斯加东部(Palmer, 1968),另外由亚洲中部的哈萨克斯坦向西进入欧洲南部和非洲北部。

2. 动物群特征:早寒武世主要是东方的 Redlichian 动物群与西方的 Olenellian 动物群混生;中寒武世主要是西方的大西洋 Paradoxidian 动物群与东方的华北型中寒武世动

物群混生；晚寒武世主要是西方的北美型与东方的华北型动物群混生。为了节省篇幅起见，有关混生的情况将在下一节和本文最后一节“寒武纪动物群的分布与大陆漂移说”中讨论。

在这里应该特别提出注意的是，不论在哪一种类型中，都可能有少量其它的类型渗在里面，因为寒武纪的海是互通的。例如亨宁斯蒙 (Henningsmoen) 认为，在哈萨克斯坦发现的 *Pedinocephalus* 是北美型三叶虫，它也在瑞典典型的大西洋动物群中发现 (Henningsmoen, 1957a, 1958)。还有东方动物群的 *Drepanura* 和北美型的 *Irvingella* 也见于瑞典的上寒武统 (Westergård, 1947, 1949)。

(二) 生物-环境控制论与各大动物群的关系

东方动物群、西方动物群和中间动物群的演化、古生态、生活条件、沉积环境等等一系列的问题是这三个动物群的分类和分布的核心问题，这些问题不解决，动物群的分类就失去其生物学上的意义，同时在动物群的分布方面也就没有多少地理上的意义了。下面我

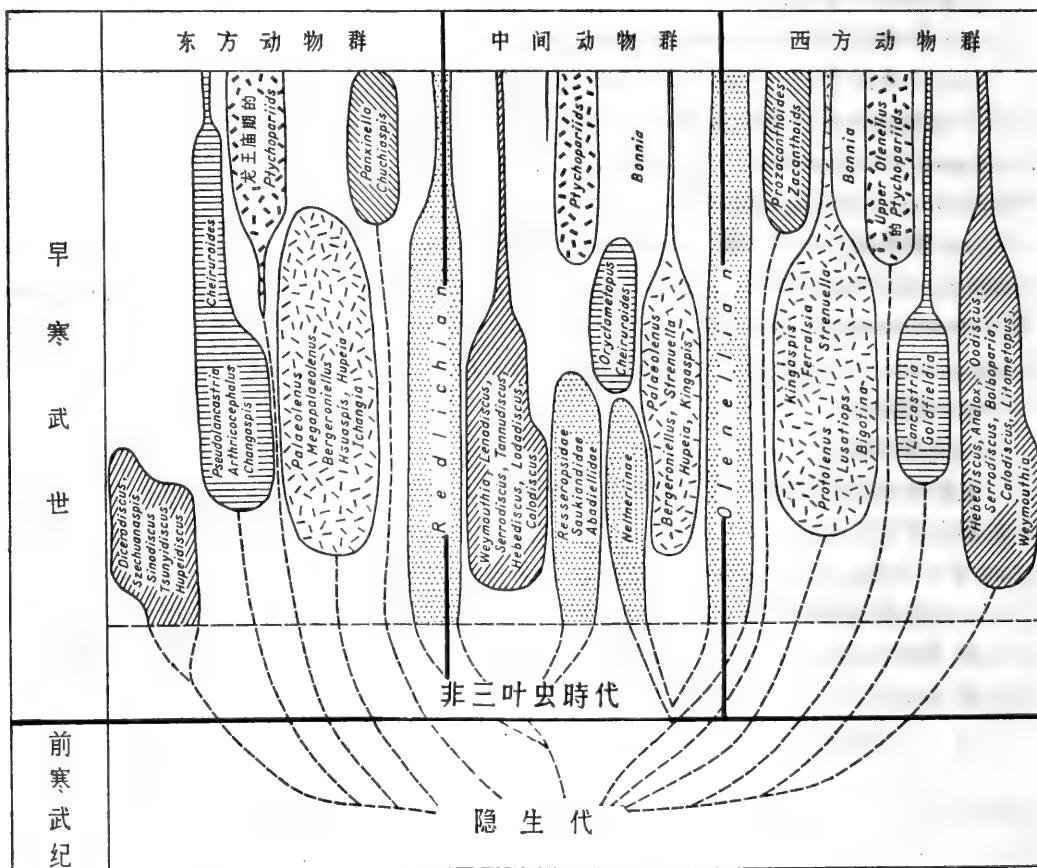


图6. 早寒武世东方、西方和中间动物群各种三叶虫平行发展示意图
(相同符号表示相应的平行发展的三叶虫)

们把这些问题作一初步分析:

I. 东方动物群、西方动物群和中间动物群的平行发展关系:

除了球接子目 (Agnostida) 或作少节目 (Miomera) 包括球接子亚目 (Agnostina) 和古盘虫亚目 (Eodiscina) 的三叶虫将在下一节“东方动物群、西方动物群和中间动物群的古生态、生活条件和沉积环境的关系”中讨论外, 我们在这一节中主要是讨论多节目 (Polymera) 三叶虫的平行发展关系问题。从图 6 和图 7 可以看出, 寒武纪东西方两个动物群是从地球上不同的东部和西部相隔很远的地带分别同时发生的。在早寒武世代表东方动物群的是 Redlichian 动物群, 代表西方动物群的是 Olenellian 动物群(包括北美型的 *Olenellus* 等属和大西洋型的 *Callavia* 等属), 代表中间动物群的除 Redlichian 和 Olenellian 两动物群混生外, 还有地区性较强的一些三叶虫, 如 Resseropidae, Saukiandidae 等。另外, Protolenidae, Ellipsocephalidae, Oryctocephalidae 等科中的许多属、种, 在东西方两个动物群中也不一样, 然而他们都各自有其对应的类似的特征。这就是生物界中在演化方面和遗传方面一个很重要的现象。这种并行发展关系非常显著, 而且例子也非常多, 但是我们只要举出其中的一部分也就可以说明这个问题了:

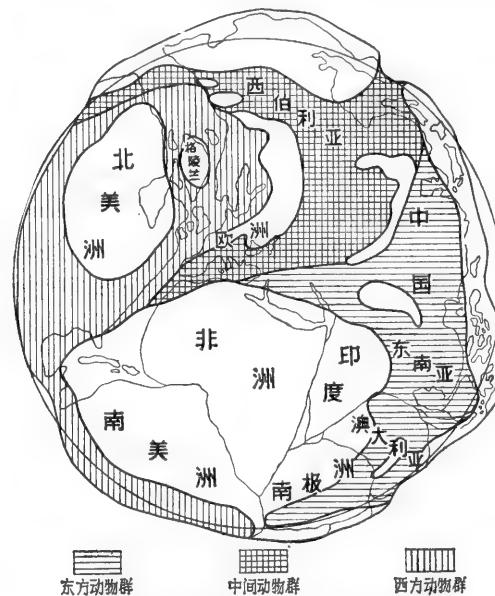


图 7. 寒武纪联合大陆诸动物群分布图

东方动物群	西方动物群
Redlichian	Olenellian
<i>Palaeolenus</i>	<i>Kingaspis</i>
<i>Megapalaeolenus</i>	<i>Ferralsia</i>
<i>Bergeroniellus</i>	<i>Lusatios</i>
<i>Ichangia</i>	<i>Bigotina</i>
<i>Protolenella</i>	<i>Protolenus</i>
<i>Hoffetella</i>	<i>Micmacca</i>
<i>Pseudolancastria</i>	<i>Lancastria</i>
<i>Changaspis</i>	<i>Goldfieldia</i>
<i>Chuchiaspis</i>	<i>Prozacanthoides</i>
<i>Panxinella</i>	<i>Zacanthoidids</i>
早寒武世	<i>Shantungaspis</i>
	<i>Perioma</i>
	<i>Crassijimbria</i>
晚	<i>Eoptychoparia</i>
期	
Upper	

的 Pytchopariids	<i>Yuehsienszeella</i> <i>Probowlmania</i> <i>Antagmus</i> <i>Piazella</i> <i>Poulsenia</i> 等等	的 Olenellidae	<i>Onchocephalus</i> <i>Proliostracus</i> <i>Antagmus</i> <i>Piazella</i> <i>Poulsenia</i> 等等
--------------------	--	------------------	---

在中间动物群占有的地区,如西伯利亚,既有 *Redlichia* 东方动物群这个属,也有西方动物群的 *Olenellus*, *Paedeumias* 等属;既有东方动物群的 *Palaeolenus*, *Bergeroniellus* 也有西方动物群的 *Protolenus*, *Bigotina*, *Micmacca* 等属。同时还有东方动物群中特有的属,如 *Cheiruroides*, *Hupeia*, *Neocobboldia*, 或西方动物群特有的属,如 *Strenuella*, *Bonnia* (沃罗格金, 1959; Суворова, 1956, 1960; Лермонтова, 1940, 1951; Егорова, 1961; Репина, 1966) 这些都是表明东西两个动物群在中间地带混合的现象¹⁾。

除西伯利亚外,北非摩洛哥和欧洲南部西班牙也是中间动物群的占有区 (Richters, 1940, 1941, 1948, 1949; Hupé, 1952), 在这些地区除 *Redlichian* 与 *Olenellian* 动物群混生外, 同时还有与东西方两大动物群平行发展的独特的动物群, 如 *Saukiandidae*, *Ressarapidae* 和 *Abadiellidae* 等科。另外, 北非摩洛哥的一个特殊的亚科 *Fallotaspinae* 最近也在中间地带的西伯利亚地区发现 (Хоменговский и Репина, 1965)。因此我们可以得出这样一个结论: 东方、西方、中间三大动物群在早寒武世是各有其特色的, 但又是并行发展的。中间动物群除有它本身的特色外, 兼有东方和西方的动物群的分子在内, 这是因为在地理上, 中间动物群一方面接近东方动物群, 一方面也接近西方动物群, 由于寒武纪这三区的海洋是互相沟通的, 所以这个中间地带同时受东方和西方两个动物群的影响, 东方和西方两个动物群都向中间地带入侵。

中寒武世和晚寒武世三大动物群平行发展的情况仍然十分显著, 例如东方动物群中的华北型和西方动物群中的北美型动物群是平行发展的; 东方动物群中的东南型与西方动物群中的大西洋型也是平行发展的, 它们的关系如下表:

东 方 动 物 群	华 北 型	东 南 型
西 方 动 物 群	北 美 型	大 西 洋 型

华北型、北美型、东南型、大西洋型这四个类型的动物群是非常丰富和十分复杂的, 只就三叶虫就有好几千种, 因此没有必要一个一个种或一个一个属作相互平行发展的对比,

1) 当本文写成之后, 见到最近列宾娜《根据三叶虫划分西伯利亚早寒武世的生物地理区》一文 (Repina, 1972)。她的结论认为: “在早寒武世, 西伯利亚盆地与其它生物地理区的关系是有变化的。在阿尔登期(笔者按: 即早寒武世早期, 大致与我国的筇竹寺期相当), 西伯利亚是太平洋(即本文的北美型)-大西洋超区的一部分, 在波顿期(大致相当沧浪铺期)则为大西洋超区, 在勒拿期(大致相当于龙王庙期)又成为太平洋超区。她的所谓超区分三类: (1) 即太平洋超区(相当于本文的北美型)、(2) 大西洋超区(相当于本文的大西洋型)和(3) 印度-澳大利亚超区(大致与本文的东方动物群相当)。在本文中, 太平洋区与大西洋区都是属于西方动物群的, 因此列宾娜就完全把西伯利亚区都划在与本文相当的西方动物群区了。事实上她的结论是错误的。第一, 西伯利亚本区内就有很多东方动物群, 而不是完全属于西方动物群。这些东方动物群在她自己过去的论文中也提到过和描述过 (Repina, 1966)。第二, 从南极洲发现的早和中寒武世三叶虫群看来 (Palmer, 1972), 与澳大利亚、中国和西伯利亚的关系是十分密切的, 而和西方动物群(南美和北美)则毫无关系。这点也说明这三区成一个条带, 不过西伯利亚混入了西方动物群成为混合动物群罢了, 而中国和澳大利亚则仍为东方动物群区。

但是又不能一个一个科那样来对比,因为有许多科是同时具有不同性质的动物群的(其原因是由于三叶虫的分类主要还是根据形态,不是根据系统发育。而平行发展是根据系统发育而来的)。这里我们且把东方动物群中的东南型和西方动物群中的大西洋型的并行发展作为一个例子,用以概括两大动物群并行发展的情况:

非球接子类 (Non-Agnostidian) 三叶虫

东方动物群(东南型)	西方动物群(大西洋型)
<i>Diceratopyge</i>	
<i>Proceratopyge</i>	<i>Proceratopyge</i> spp.
<i>Olenus</i>	
<i>Hedinaspis</i>	<i>Olenus</i> , etc.
<i>Parabolinella</i>	<i>Parabolinella</i>
<i>Protopeltura</i>	<i>Protopeltura</i>
<i>Westergaardites</i>	<i>Peltura</i>
<i>Acrocephalina</i>	<i>Acrocephalites</i>
<i>Charchaqua</i>	<i>Eoasaphus</i>
<i>Yuepingia</i>	<i>Promegalaspides</i>
<i>Niobella</i>	<i>Niobella</i>
<i>Chekiangaspis</i>	<i>Ctenopyge</i>

在这个对比表中,没有包括球接子类 (Agnostids) 在内,因为这一类动物群是浮游的,许多是全球性的,因此我们只举一些非球接子三叶虫 (Non-agnostids) 的例子。在非球接子三叶虫中,东南型和大西洋型也有不少属是共有的,如 *Proceratopyge*, *Olenus*, *Parabolinella*, *Protopeltura*, *Niobella* 等,但是这些属在东、西两大动物群中虽然是共有的,然而却极少是同种的,这也说明它们主要还是在不同地区并行发展的;同时其中也有世界的,这和它们的生活习性和生物结构有关。例如 *Proceratopyge conifrons* Wallerius 原产于瑞典,但也在湖南凤凰发现(叶戈洛娃等,1963)很可能它是漂游的。关于这方面的问题我们将在下节讨论古生态、生活环境等方面时叙述。

除华北型与北美型平行发展、东南型与大西洋型平行发展外,在中间动物群中大部分是东方和西方动物群的混合体,兼含有本地区的特产,不过这个混合体所含的东方动物群与西方动物群的百分比可以有出入,有时东方动物群可以多些,有时西方动物群可以多些,随地区而不同,随层位也有不同。例如中间动物群所占据的西伯利亚西部和中部就和西伯利亚的东部稍有不同,前者所含的大西洋动物群分子就没有后者那么多。前者只有少量的大西洋动物群,如中、上寒武统只有 *Paradoxides*, *Liostracus*, *Acrocephalites*, *Lejopyge*, *Anomocare* 等几属,而后者却有多种 *Paradoxides* 以及 *Eodiscus*, *Ctenopyge*, *Liostracus*, *Anomocaroides*, *Anomocarina*, *Metanomocare*, *Acrocephalites*, *Conocephelina*, *Peltura* 等属,和它共生的有数量不多的东方动物群中特有的属,如 *Papyriaspis*, *Bailiella*, *Proaspis*, *Amphoton*, *Haniwa*, *Paracoosia*, *Protohedinia*, *Damesellidae* 科三叶虫。另外还有东方动物群中的东南型和西方动物群中的大西洋型的大量球接子三叶虫,如 *Ptychagnostus*, *Triplagnostus*, *Tomagnostus*, *Linguagnostus*, *Goniagnostus*, *Ciceragnostus*, *Clavagnostus*,

Lejopyge, Oidalagnostus, Agnostus, Lotagnostus (沃罗格金, 1957, 表 4, 表 5)。哈萨克斯坦和中亚细亚也是在中间动物群所占的范围之内, 但这区所产的动物群不论是中寒武世的或晚寒武世的, 都是西方动物群(包括北美型和大西洋型)所占的份量重一些, 东方动物群的分子比较少, 属于东方动物群有 *Hedinaspis, Haniwa, Tsinania, Pagodidae* 等晚寒武世三叶虫(Tschernyschew, 1961; Ившин, 1961, 1962; Ivshin & Pokrovskaya, 1968), 属于西方动物群的较多, 例如 *Labradoria, Ptermigania, Anomocare, Anomocarioides, Aphelaspis, Parabolina, Acrocephalaspis, Cyclognathina, Onchonotellus, Olenaspella, Taenicephalus, Iddingsia, Deadwoodia* 等都是属于西方动物群。有趣的是这一动物群不但表现出绝大部分是西方动物群, 而且还表现出西方动物群中北美型和大西洋型的过渡型, 例如中寒武统的三叶虫属中 *Labradoria, Ptermigania* 就是北美型的, 而 *Anomocare, Anomocarioides*, 则为大西洋型的; 晚寒武世的 *Olenaspella, Iddingsia, Deadwoodia, Apachia, Taenicephalus, Parairvingella* 就是北美型的, 而 *Protopeltura, Parabolina, Acrocephalaspis, Cyclognathina, Onchonotellus* 则为大西洋型的。另外哈萨克斯坦和中亚细亚除这些三叶虫外, 还有大量的本地区特有的新科、新属, 其中大部分也是与西方动物群中的北美型接近的(Ившин, 1953, 1956, 1962)。这些新科、新属例如 *Lochmanaspis, Rasettia* 等等不在此一一列举了。

II. 东方动物群、西方动物群和中间动物群的古生态、生活条件和沉积环境:

不同类型动物群的分布, 除了上节所谈的与动物群发源地有关并受他们的遗传性(即平行发展)所决定之外, 显然也与古生态、生活条件和沉积环境有很密切的关系。研究古生态时, 分析生物的器官构造是最基本的, 其次才是生活条件和沉积环境的研究。但是寒武纪最丰富的动物——三叶虫绝大多数都只有背壳部分被保存为化石, 腹面许多器官构造如节肢、鳃叶极少保存, 而节肢、鳃叶等器官的构造是直接了解三叶虫究竟是漂浮生活的、是游泳生活的还是底栖爬行生活的。就目前全世界保存节肢的不到二十种三叶虫来说, 凡是外节肢(Preepipodite or exopodite)上的鳃叶(gill)或丝状体(filaments)又长又大如刷子或船桨的(如 *Triarthrus, Olenoides, Kootenia*)其分布都是世界的, 这点说明他们是善于游泳或者是漂游的。另一方面如 *Triarthrus* 它是 *Olenidae* 科的一个属, 这一科的三叶虫绝大部分是大西洋型或我国东南型的分子, 它们的保存情况是黑色页岩或黑色碳酸盐类岩, 总而言之, 是在空气供应比较不充分、海水比较宁静、基本上是还原环境的情况下沉积的, 因此底栖爬行的三叶虫就不能生活, 而必须是善于游泳或有漂浮能力的三叶虫。鳃叶和丝状体又长又大除象船桨一样有利于游泳外, 还有一个作用, 就是这些器官是具有呼吸作用, 因此这些器官越长越大, 就越有利于呼吸, 对于在氧气稀薄的海水(例如沉积黑色页岩和黑色碳酸盐类的海水, 越深氧气越缺乏), 就极为有利。另一类三叶虫的

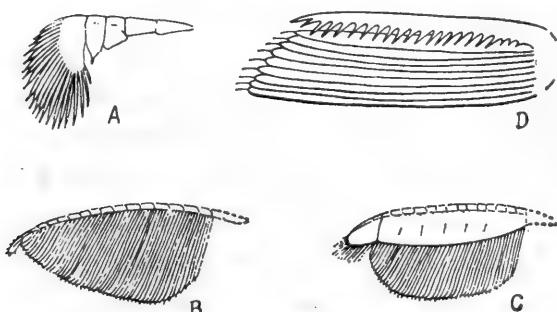


图 8. 一些三叶虫胸节附肢上的鳃叶

A. *Ceraurus*; B. *Triarthrus*;
C. *Olenoides*; D. *Cryptolithus*.

(A—C. 据 Störmer, 1939; D. 据 Bergström 1972)

沉积黑色页岩和黑色碳酸盐类的海水, 越深氧气越缺乏), 就极为有利。另一类三叶虫的

鳃叶和丝状体极短极少,如奥陶纪的 *Ceraurus*, *Cryptolithus*, 它只适于空气充分供应的海水(参阅图 8)。

由于大西洋型或我国东南型的海域海水比较宁静,保存完整的三叶虫比较多。在这种环境中长期生活的三叶虫,对于北美型或华北型的海洋(一般是动荡的陆棚,也有时是广阔的陆台型地区)就不能适应。

从三叶虫的其它器官构造来看,过去认为背壳带长刺的多是漂浮的。这个看法有一定的道理,如: Olenidae 科中的一些属如 *Ctenopyge* 和 Ptychopariidae 科 Eulominae 亚科中的 *Guizhoucephalina* 可能就是漂浮的。这些三叶虫是大西洋型或我国东南型的。但刺的作用不一定全是利于漂浮,也有利于防止其它动物吞食的作用,特别是晚寒武世以后的三叶虫,由于肉食的鹦鹉螺的大量出现,长刺对于生存可能有一定作用。另外有一些带长刺的三叶虫如 *Damesella*, *Blackwelderia*, *Stephanocare*, *Drepanura* 等属尾部也有刺,但这些三叶虫的刺的作用似乎和漂浮或防敌都没有多大关系,因为它是在浅水生活的,也没有大量的鹦鹉螺或鱼类吞食它们。它们的刺在生活上究竟起什么作用,还不明了,这些三叶虫都是华北型的。此外,三叶虫的卷曲也有一定的消极的防敌作用。三叶虫背壳是硬体,腹部除了腹边缘、唇瓣、节肢外,则几乎全是软体,因此腹部最易受敌人的袭击,卷曲可以保护腹部。寒武纪的三叶虫卷曲的较少,奥陶纪开始,卷曲的就大量出现,这和鹦鹉螺的大量出现似乎是一致的。但卷曲对于分区的关系并不很大,只是古生态的另一方面而已。三叶虫的古生态方面另有一种的器官构造可注意的是眼部,眼部特大的 Cyclopygidae 类的许多属大量出现在我国东南型中奥陶统复理石建造中,其它三叶虫则几乎绝迹。看来 Cyclopygidae 类的三叶虫是利于在近海岸含有大量泥沙的浑浊的海水里生长的,它们的特大的眼对于浑水可以适应。当然较清的海水里也可以有 Cyclopygidae 三叶虫(如中奥陶统的宝塔组),但从比例看来,东南区复理石建造和华中-西南区石灰岩建造所含的 Cyclopygidae 类在整个动物群中所占的百分比是大不相同的,而且东南区的属、种也比西南区多得多。

了解三叶虫古生态和生活条件的另一种手段是从沉积岩的性质入手。在前一节“东方动物群、西方动物群和中间动物群的平行发展关系”中,我们曾提出东方动物群中的华北型与西方动物群的北美型是平行发展的,东方动物群中的东南型与西方动物群的大西洋型是平行发展的。现在我们从沉积物的性质来看,华北型的沉积物和北美型的沉积物也是相似的,东南型的沉积物和大西洋型的沉积物也是相似的。一般说来,华北型或北美型基本上是在氧化条件之下形成的,例如,有许多竹叶状及涡卷状灰岩和白云质灰岩,鲕状灰岩,紫红色页岩,黄、绿、灰等色砂页岩等等。东南型或大西洋型大部分是在还原条件之下形成的,多为黑色页岩,黑灰色灰岩和黑色硅质层,含有沥青质和原生的黄铁矿小晶体。华北型及北美型的三叶虫数量十分丰富,属、种众多,垂直变化大,但保存破碎(与海浪冲击有关)。这些现象显然是在一种浅海、温暖、食料丰富的情况下形成的,是属于正常海性质的。但是在有些局部地区,形成了石膏和盐的沉积,常有巨厚的白云岩,表示它是蒸发快,温度高,气候干燥的咸化海和碱化海,虽然生物群的情况仍属于华北型,但由于不适于生物生活,因此化石很少,这是属于不正常海的沉积,如扬子区中、上寒武统的沉积物即如此。东南型或大西洋型的情况与此相反,三叶虫的属种比较贫乏,垂直(时间上)的

变化比较缓慢,保存比较完整(与海水较宁静有关)这些现象显然是一种封闭海盆或陆棚外缘深处含有大量的有机质(还原环境)的条件之下形成的,而且有些地区形成石煤和多种矿物的沉积(生物作用为主的还原条件之下形成的)。华北型或北美型的三叶虫是底栖和半游泳的,有少量世界性的。而东南型或大西洋型的三叶虫是漂浮的(如大量球接子 *Agnostids*)或游泳能力强的三叶虫(或 *Olenids*),除厌氧细菌之外,底栖动物几乎都不能生存。

这里我们对于球接子类(*Agnostids*)的古生态应该特别提一提。因为绝大多数寒武纪的球接子几乎都是“相”的指示动物群或者叫做“指相化石(facies fossils)。”拿中寒武世的球接子类来说,除了 *Peronopsis*, *Hypagnostus* 等两三个属是全球性的(如华北型、东南型、大西洋型、北美型、过渡型)之外,绝大部分常见的球接子,如 *Diplagnostus*, *Triplagnostus*, *Ptychagnostus*, *Clavagnostus*, *Oidalagnostus*, *Condylopyge*, *Linguagnostus*, *Doryagnostus*, *Tomagnostus*, *Goniagnostus*, *Lejopyge*, *Phalacroma*, *Cotalagnostus* 等都是只限于东方动物群中的东南型和西方动物群中的大西洋型共有的属。拿晚寒武世的球接子类来说,除了 *Pseudagnostus*, *Homagnostus* 两、三个属是全球性的之外,绝大部分常见的球接子如 *Agnostus*, *Lotagnostus*, *Glyptagnostus*, *Aspidagnostus* 也都只限于东南型和大西洋型。当然这些属都可以在过渡型的动物群中发现,但迄今还没有在华北型和北美型动物群中找到,或者找到也极为稀有,这就说明这些球接子是生活在特定的条件之下的。这个特定条件就是前面所说的一种滞流海盆或陆棚外缘所谓远洋深处含有大量有机质的条件之下形成的。从球接子的构造看来,除头尾大小相等,胸部只有两节外,腹部构造极为简单,只有很窄的一点腹边缘。它们不象非球接子类三叶虫,有构造比较复杂的腹边缘和整个身体结构较为复杂,因之外壳的重量也随之而增大,不利于漂浮。球接子类应为浮游动物的理由有五:(1)从构造看来,正如刚才所说的,球接子的壳体结构简单,腹边缘极窄,因之体重较轻,利于浮游。(2)从唇瓣(hypostoma)看来,最近罗宾逊(Robinson, 1972)找到 *Peronopsis* 和 *Ptychagnostus* 的唇瓣,其构造和非球接子类完全不同,不是成一块板状,而是空隙很大,好象是屋顶的梁架,由几根柱子架起来焊接而成一个唇瓣的样子,因此这种唇瓣重量就可以减轻很多。据罗宾逊(1972, 242 页)的观察,这种唇瓣不附着其它石灰质硬片,如腹边缘、腹边缘板等,而是与肌体或其他软组织结联的。由于球接子类的唇瓣与非球接子的唇瓣有如此巨大的不同,罗宾逊认为,这是与这两大类三叶虫的生活环境和食料不同有关。他认为,球接子类是远洋漂浮为生的,而大部分非球接子类则是浅海底栖的。(3)从球接子类保存的环境来说,多是在还原性质的沉积物中保存的,如黑色页岩、黑色或深灰色片岩,其中含有原生黄铁矿小晶体和沥青等,都是表示为还原环境和含有 H_2S 的物质的。这种海水在一定深度之下除厌氧细菌之外,一般生物都不能生存。球接子既保存在这样的岩层中,说明它不能在这种海洋的深处营底栖生活,而只能漂浮在深度不大、有充分氧气和食料供应的海水上层生存。至于用什么方式营漂浮生活也是值得讨论的,我们认为有两种可能:一种是漂浮,一种是假漂浮。由于球接子本身没有眼睛,假漂浮的可能性是很大的,有可能是附着海藻或其它海草,随着海藻、海草而漂流。但自身漂浮的可能性也不能完全排除,例如在其华北型或北美型的沉积物中也有相当多的球接子存在,如中寒武世的 *Peronopsis*, *Hypagnostus* 在华北型、东南型和过渡型的动物群中都有出现;又如

崮山组中，就有许多 *Pseudagnostus*, *Homagnostus*, 与 *Drepanura*, *Stephanocare* 等非球接子三叶虫共生。在这些地层中就没有黑色岩层存在，而往往是浅海陆棚沉积。(4) 以动物古地理分布来看，绝大部分球接子都分布在东方动物群的东南型和西方动物群的大西洋型的沉积物中。不论是东南型或大西洋型，这两种类型的沉积环境是极为类似或基本相同的。前面已说过，东南型和大西洋型不论是寒武纪的早、中、晚期，它所含的非球接子三叶虫是有很大差别的，它们是从东方动物群和西方动物群中平行发展向前演化的，只有少量非球接子可以通过中间过渡区相互漂移过对方的区域。如中寒武世的 *Centropleura* 在欧、美、澳、西伯利亚和甘肃北山都有发现，中、晚寒武世的一些 *Proceratopyge* 及 *Olenids* 类三叶虫各地也都有发现。但球接子则不同，在中、晚寒武世时期，东南型和大西洋的许多种、属，甚至变种或亚种也都是相同的，这点充分说明如果球接子类不是营漂浮生活的话，绝不能有这种现象。因此球接子很象笔石，由于营漂浮生活，大部分属、种是世界性的。(5) 从球接子的演化缓慢看来，也说明这类动物是营漂浮生活的。球接子由寒武纪初期直延至奥陶纪末期，生活时间达一亿多年，但这类动物的基本形态则没有多大变动，都是头尾大小相等，胸部有两个胸节，和一般非球接子三叶虫比较，体型较小。为什么在这样长的地质时间球接子类演化如此之慢，这和它的生活环境变化不激烈是有关系的。如果生活在浅海陆棚的底栖生物，因为海水较浅，那么海水稍有升降，它的生活环境就大受影响，不但深度、温度、阳光亮度有很大变化，就是含盐度、浑浊度等等也会起很大变化的。环境发生巨大变化，一方面能促使底栖生物死亡，另一方面也促使生物演化加速，因此在浅海陆棚性质的地区或类似这种性质的地区，例如华北型动物群所占有的地区(如华北、东北南部，云南东南部，广西西北部隆林)，寒武纪动物群的垂直变化(在时间上的变化)就非常迅速，旧的属种很快消失，新的属种迅速出现。但是东南型或大西洋型动物群就不同，球接子类演化很慢，非球接子三叶虫亦然(如 *Proceratopyge* 由中寒武世晚期直至晚寒武世后期都有)，有些属、种从出现到消失，经过很长的时间。从球接子整个面貌看来，变化更小。为什么演化速度这样慢，这是和球接子以营漂浮生活的生态有关。由于营漂浮生活，所以海水升降对它们不受影响，因此它所处的环境就不象浅海陆棚有很大变化，而是不大起变化的，环境变化不大，由环境(外因)促使生物变化的因素就大大减少了。由此，我们就可以得出这样一个结论：从球接子类演化缓慢，我们可以推知球接子类是以漂浮为生的。既是漂浮为生，因此它的分布就很广泛。这类三叶虫完全与非球接子不同，它们在东方动物群与西方动物群中，主要不是平行发展的，而是漂浮分散在地球上各处的。所以在同一个时代，不论距离远近，都可以有相同的属和相同的种出现。从食料来说，球接子类与非球接子类可能有很大不同，一般研究三叶虫的人相信非球接子类是底栖或半游泳以海底中所含的有机物(如动物死后的遗体)为食料的，或挖掘或摄取海底泥沙中的生物或生物遗体为食料的。球接子类既非底栖，因此其所吃的食料可能与非球接子不同，其主要食物来源应是漂游生物，如小的藻类。另外，从球接子的唇瓣构造与非球接子的唇瓣构造看来，两者区别很大，因此其食料应该也有很大不同。

古杯类 (Archaeocyatha) 的生活条件对于识别古环境方面也是极为有益的。在世界各地，古杯类生存的环境是有特定条件的，所有古杯类分布的地区的沉积环境，都是和我国的华北型扬子沉积区含古杯地层的沉积情况相似。而和东南型或大西洋型的沉积环境完

全不同。在东南型和大西洋型的地层中,从未发现过古杯类。古杯类是底栖的,它必须生活在供氧充分、海水清澈的海底这样的环境之下。从海水所含的矿物质而言,如果碳酸盐类的岩石其白云质(原生)程度过高的话,它的沉积环境就不适于古杯的生存。一般说来,含 MgO 在 0.2%—0.5% 之间者古杯类极为发育;含 MgO 1.5%—2.5% 者古杯类已大为衰退;含 MgO 5%—8% 者,只有极少数属种能生存;含 MgO 大于 10% 的则古杯类完全绝迹 (Debrenne, 1964)。

总结以上 (1) 东方动物群、西方动物群和中间动物群并行发展的关系, (2) 各动物的不同的古生态、生活条件和沉积环境的关系, 我们可以得出这样一个结论:

动物群的分区和分类是与以下几种因素密切相关的: (1) 动物群发源地的不同(但不能否定在更早以前是同源的), 首先是寒武纪东方和西方两大动物群的不同。但为什么有东方和西方的不同, 这应该追索到寒武纪以前动物群的分区和分布情况。可惜这方面的材料极少, 由于大多数动物没有硬壳保护而极少成为化石。 (2) 东方和西方动物群虽有不同, 但它们在形态上、遗传上、生态上、环境适应性上是平行发展的。东方动物群中的华北型与西方动物群中的北美型平行发展, 东方动物群中的东南型与西方动物群中的大西洋型平行发展。 (3) 在这两套动物群并行发展的道路上, 它们又有两套相适应的自然环境, 而且每一套都可以再分出两种沉积相, 例如华北型可以分出华北-东北南部沉积区和扬子沉积区两个区, 东南型也可以分出江南沉积区和珠江沉积区两个区。但华北-东北南部沉积区和扬子沉积区的动物群在性质上是一样的, 都属于华北型, 只是在动物群的数量上有差别而已。同样, 东南型中的江南沉积区和珠江沉积区, 在动物群的性质上也没有差别, 只是在数量上有所不同。

我们认为: 影响动物群分区和分布的重要因素就是以上所说的 (1) 生物发源地、(2) 平行发展和 (3) 自然环境。我们把这三种因素统名之为生物-环境控制。我们认为, 以往的种种学说如地障说、生物-大地构造说、水温说、岛弧说、板块构造说、纬度控制说等等都是过分的强调了生物分区和分布的外因, 这些因素在某种特定的条件之下, 可能有它一定的作用或相当重要的作用, 但不是唯一的作用。看来, 生物本身的结构、遗传、生态等等属于内因方面的所起的作用是十分重要的, 这方面我们在下一节叙述中国的寒武系时, 再加以讨论。

四、中国寒武纪动物群的新分类及生物-环境控制论在中国寒武纪生物地层学上和古动物地理上的应用

(一) 中国寒武纪动物群的新分类

中国的寒武系按动物群的性质主要可以分为三大类型: 华北型、东南型和过渡型。前两个类型的分布, 并不意味着他们只限于所命名的本地区, 事实上在地理上它们是交

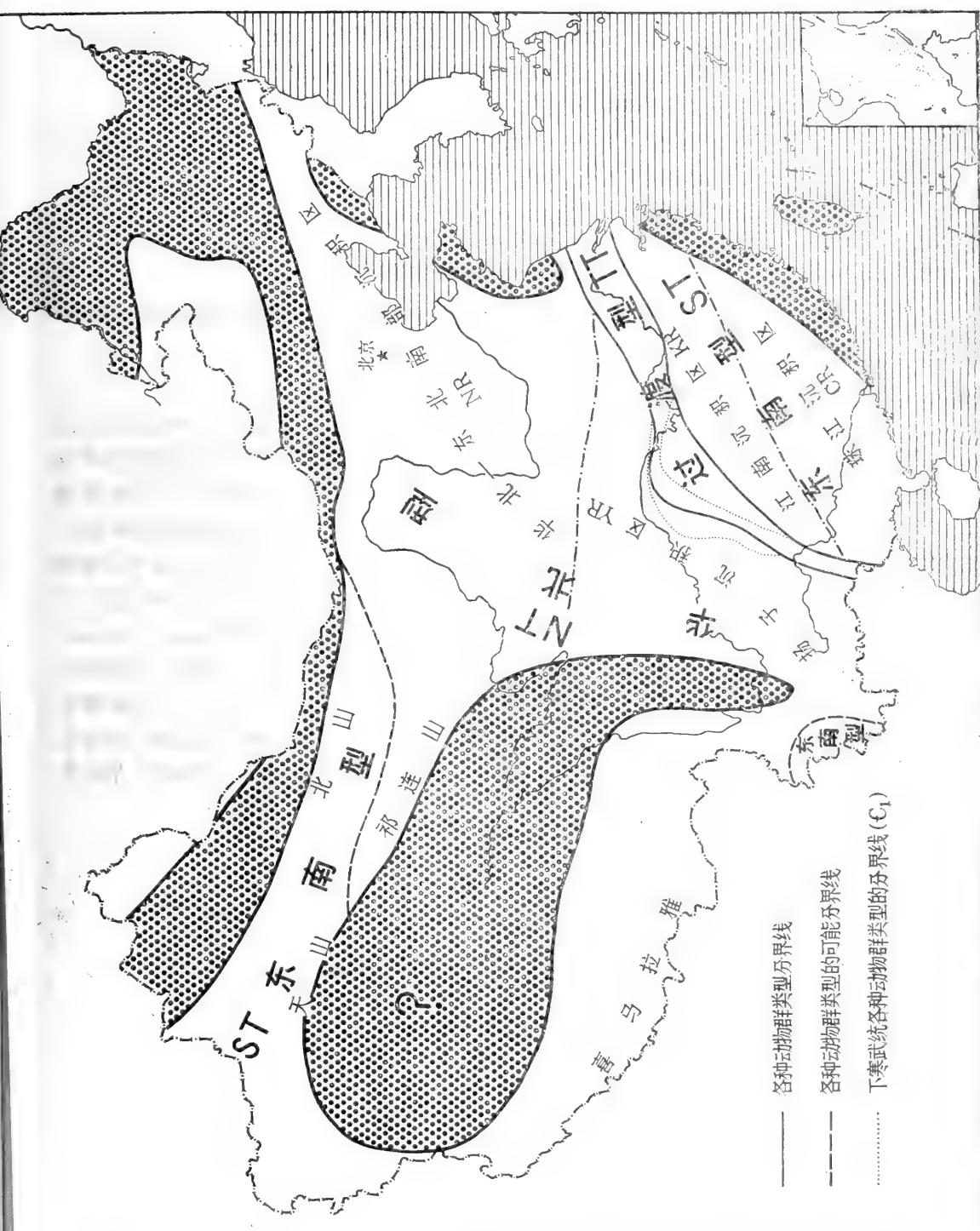


图 9. 中国寒武纪各种类型动物群分布图

错着的，在地层的垂直分布上，在过渡地带，它们常常是互相穿插的，有时则混生在一起（参阅图 9，表 1）。在华北类型和东南类型分布范围的基础上，按照沉积物的不同又可以分为不同的沉积相，各种沉积相则影响动物群的数量上的变化，其关系分述如下：

华北型 { 华北-东北南部沉积区
扬子沉积区
东南型 { 江南沉积区
珠江沉积区

(I) 华北类型动物群

按沉积物的性质，这一个动物群可以分为两个地区：即 (A) 扬子沉积区和 (B) 华北-东北南部沉积区：

(A) 扬子沉积区

这一沉积区沉积了中国最早的早寒武世地层，即筇竹寺组。它沉积在三峡群之上，海浸向北超覆。在华北，筇竹寺期的上部地层的北界只限于北纬 35° 附近（在陕西陇县曾发现早寒武世早期即已出现的 *Bergeronellus*），下部地层在华北区完全没有沉积（参阅图 10）。在中国西部以 *Kepingaspis* 为代表的肖尔布拉克组三叶虫可以到达新疆柯坪地区。筇竹寺组除三叶虫外，沿扬子沉积区的西部和西北部接近古陆的边缘地带，有极为丰富的古介形类¹⁾。在中心地带和东部接近过渡类型地区，则有极多的营漂浮生活的盘虫类（Eodiscids），如 *Tsunyidiscus*, *Huipediscus*, *Neocobboldia*, *Sinodiscus*, *Dipharus*, *Szechuanaspis* 等，而极少有古介形类，这说明这个海盆是从西向东逐渐加深的。另外，从筇竹寺初期到沧浪铺末期，这一地带出现了三层古杯类（Archaeocyathids），除了这一区外，新疆东天山早寒武世 *Megapalaeolenus* 带内也有古杯类。看来，古杯类的出现是与沉积环境有密切关系的，出现古杯类这些地带当时海水是适合于底栖造礁生物生存的（参阅表 2 华北类型扬子区）。

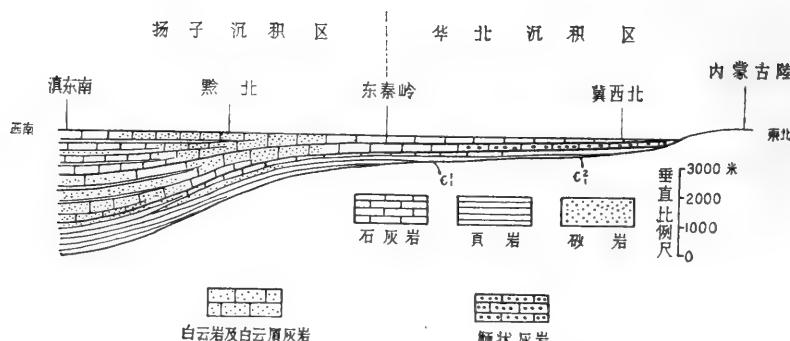
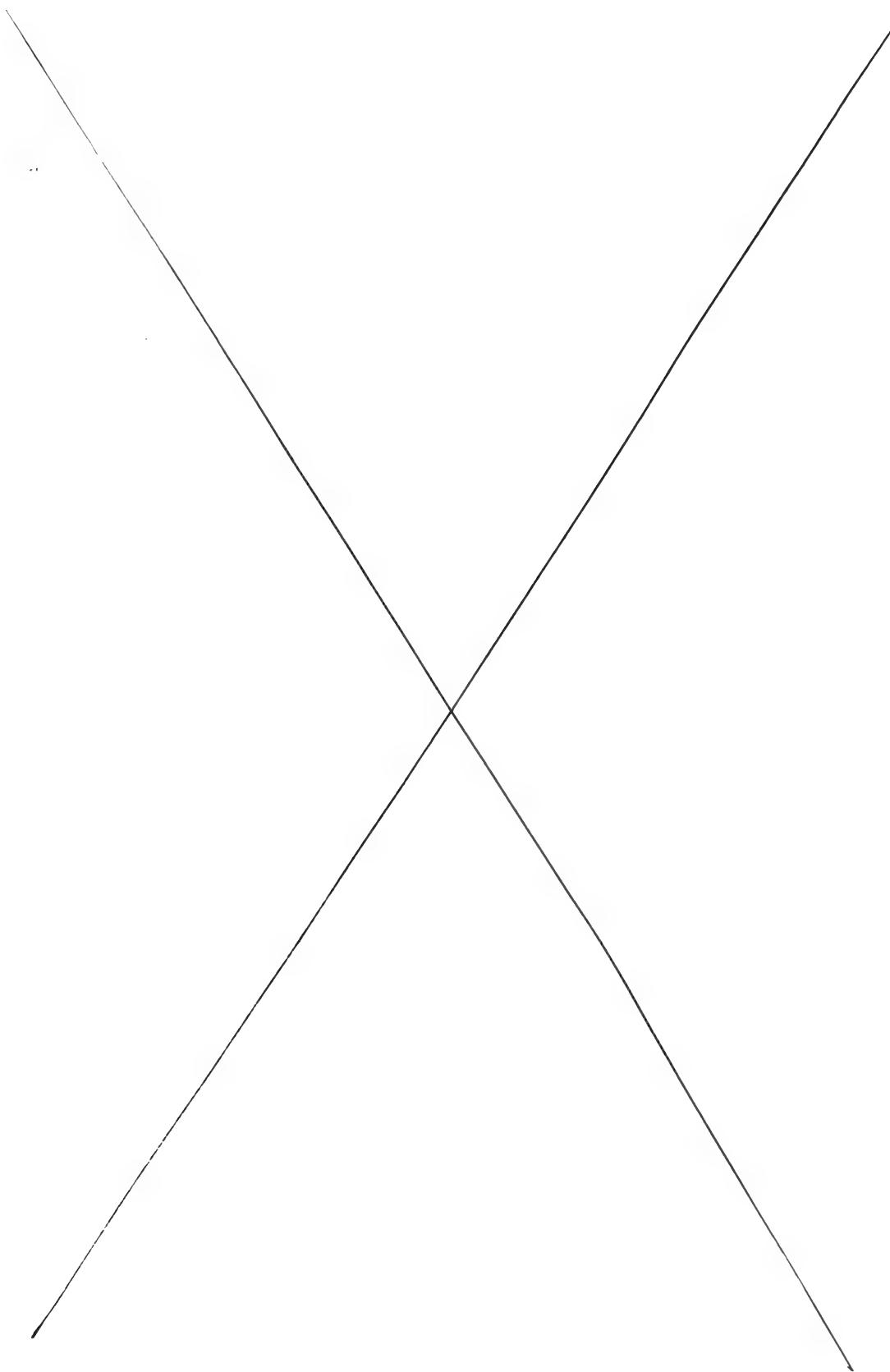
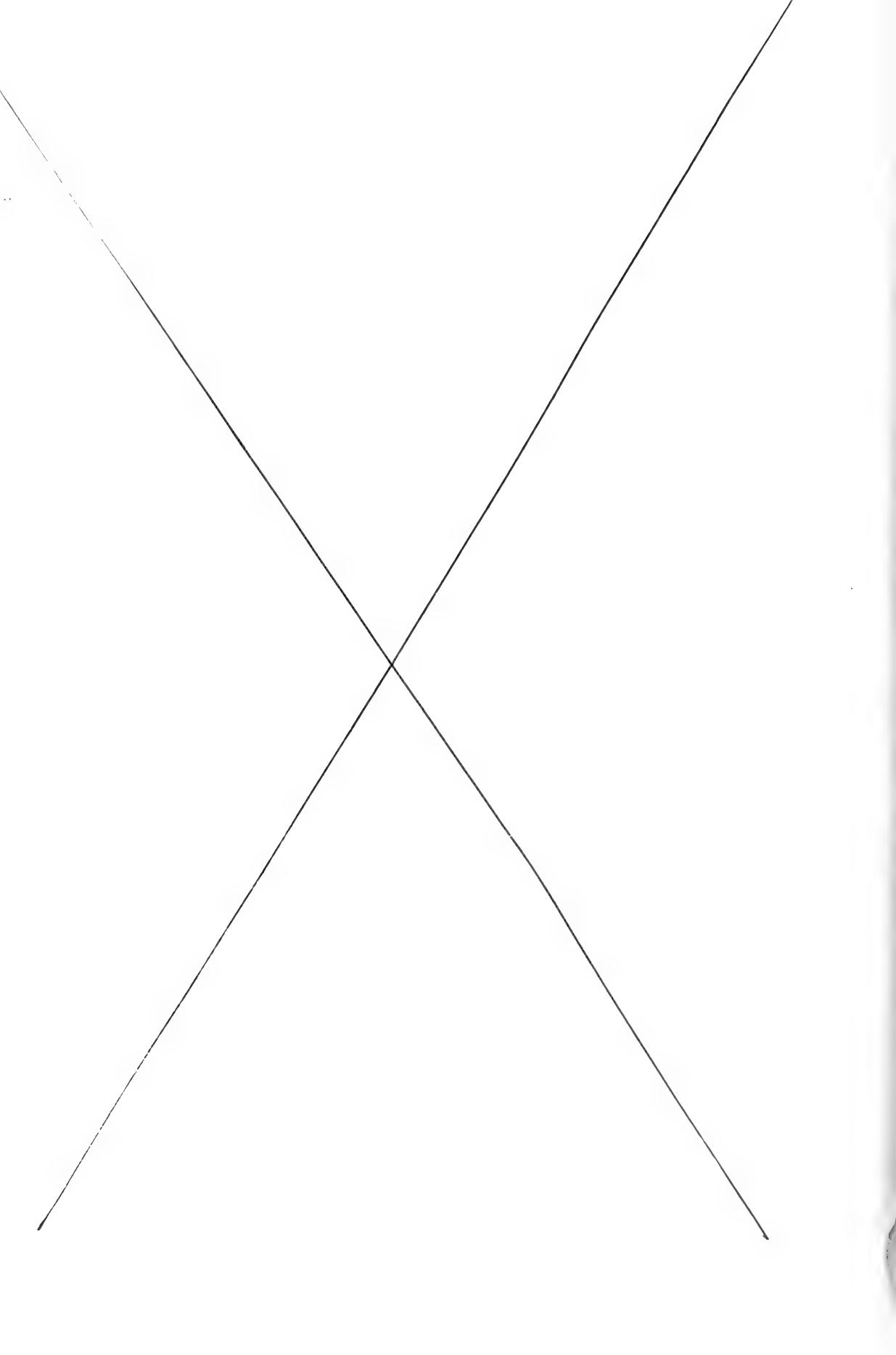


图 10. 从云南到华北寒武系岩相变化及下寒武统从西南到东北超覆示意图

1) 最近据西南地质科学研究所报告，所有过去在陕西镇平鸡心岭附近发现的，后经华可脱（1913）描述的古介形类六个种，即 “*Alutia*” *bergeroni*, “*A.*” *cuyo*, “*A.*” *eris*, “*A.*” *fragilis*, “*A.*” *sterope* 和 “*A.*” *woodi* 都不是属于中寒武世，而应属于早寒武世，它们和 *Eoredlichia* 共生。





在中寒武世初期, 扬子区除中心地区为白云岩沉积未发现化石外(参阅图 11), 大部分地区都有三叶虫的发现(如陡坡寺组、高台组和双龙潭组)。但在中寒武世晚期直至晚寒武世, 中心地区全部几乎都是白云岩的沉积, 其中夹有石膏和岩盐, 成为“哑地层”。而在边缘地区, 白云岩减少, 灰岩、页岩和砂岩增多时, 如云南东南部和广西西北部隆林, 湖北西南部, 四川东部, 云南西部以及祁连山(这一带夹有大量火山喷发岩), 都有大量标准的华北类型的动物群的发现。有的甚至和华北标准分层分带非常类似。例如在滇东南富宁、文山一带, 寒武系自上而下就可以分为 11 个化石带: (11) *Calvinella-Tellerina* 带; (10) *Prosaukia-Ptychaspis* 带; (9) *Kaolishania* 带; (8) *Irvingella* 带; (7) *Chuangia* 带; (6) *Drepanura-Blackwelderia* 带; (5) *Damesella* 带; (4) *Proasaphiscus-Szeaspis* 带; (3) *Bailiella-Liaoyangaspis* 带; (2) *Megapalaeolenus-Redlichia* 带; (1) *Yinites* 带。其中(1)—(2)为早寒武世, (3)—(5)为中寒武世, (6)—(11)为晚寒武世。

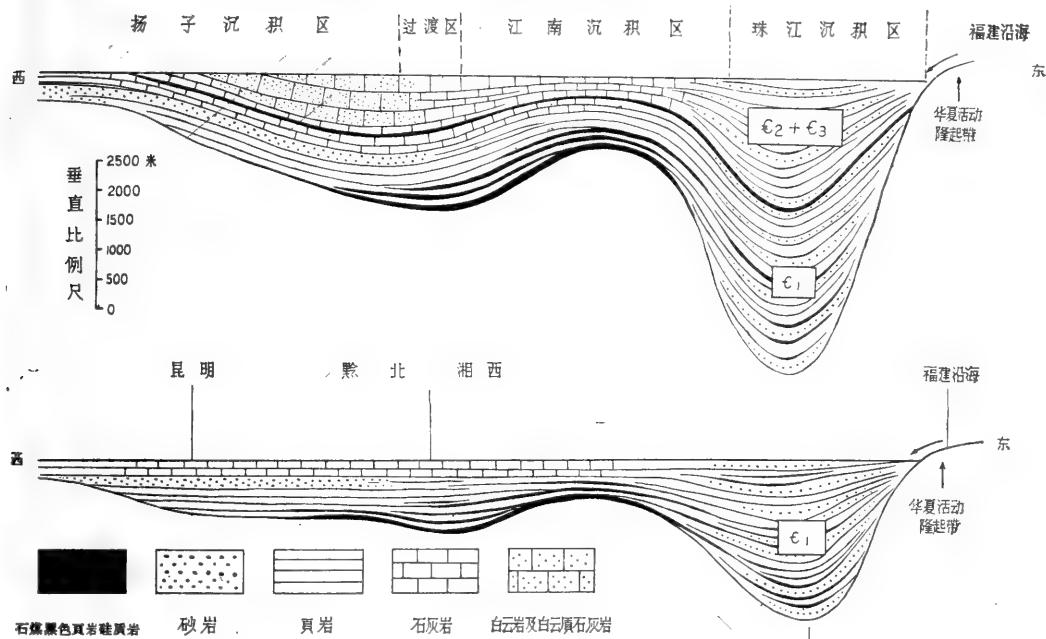


图 11. 中国南部(从云南到福建沿海)寒武系岩相变化示意图

(B) 华北-东北南部沉积区

在华北-东北南部沉积地区, 寒武纪海浸比华南晚, 最早的沉积是昌平组(也叫做福金山组或碱厂组等), 相当于扬子区沧浪铺组上部 *Megapalaeolenus* 带。它直接覆于震旦系或前震旦系变质杂岩之上。继之为馒头组和毛庄组的沉积。从中寒武世至晚寒武世这一段漫长的时间里, 华北-东北南部区与扬子区相反, 化石极为丰富(参阅表 1, 华北类型中的华北-东北南部区), 代表它的岩石是页岩, 鳞状灰岩, 竹叶状灰岩和较少的白云岩(参阅表 2, 华北类型)。

华北型动物群由中国南部分为两支, 一支向南伸展到东南亚, 如泰国、马来亚、澳大利亚和南极洲; 另一支向西沿古特提斯海(Tethyan Sea)从喜马拉雅到地中海区(参阅图 4)

表 2. 中国寒武纪生物相与岩相的关系简表

华北类型 (含有大量底棲和半游泳三叶虫动物群)		过渡类型		江南沉积带		珠江沉积带	
华北——东北南部沉积带	扬子沉积带	桂南、黔东南、湘西、黔东、黔西北、湘西北、皖南	西阳山组	(以瓣鳃类为主, 反少量油页岩)	复理石建造带	黑色页岩	
上寒武统	长山组 (化石多)	华北型动物群有时在一 层内混生, 有时华北 型与东南型成为互层 出现。在过渡区内可 分为几个亚区, 接近 扬子区的华北型多, 接近 江南区的东南型 多, 早寒武世过渡型 的界线靠西, 中晚寒 武世靠东	白云岩与东 南型动物群有时在一 层内混生, 有时华北 型与东南型成为互层 出现。在过渡区内可 分为几个亚区, 接近 扬子区的华北型多, 接近 江南区的东南型 多, 早寒武世过渡型 的界线靠西, 中晚寒 武世靠东	(以瓣鳃类为主, 反少量油页岩)	中上部黑色细灰 岩, 含有沥青质及 黄铁矿小晶带, 为 含大量球虫的 较为宁静的海洋沉 积。	上八村群 (化石稀少)	复理石建造带
中寒武统	长夏组 (化石多)	带状灰岩 及白云岩。	带状灰岩 及白云岩。	华严寺组	中下部灰岩, 为 含有机质和 H_2S 的 海相沉积。	下八村群 (化石稀少)	黑色页岩
下寒武统	毛庄组 (化石多)	紫红色页岩 及灰岩。	紫红色页岩 及灰岩。	荷塘组	少量灰岩, 大 (只有二、三 种三叶虫及海 螺等)	河口群 (化石稀少)	黑色页岩
	馒头组 (化石多)	紫红色页岩	紫红色页岩				海螺骨针
	昌平组 (化石多)	灰岩	灰岩				
	(缺失)	(缺失)	(缺失)				

■ 氧化环境 ▨ 还原环境 ▨ 弱还原环境

和图 5)。

(II) 东南类型动物群

按沉积物的性质,这个动物群可以分为二个地区: (A) 江南沉积区和 (B) 珠江沉积区。前一区在早寒武世的沉积物主要以石煤、黑色页岩、黑色硅质层、黑灰色石灰岩为代表。中寒武统含大量球接子类及少量非球接子(参阅表 1, 东南类型中的江南区及天山-北山区)。上寒武统含大量球接子类与 *Olenids* 类三叶虫(参阅表 1, 东南类型的江南区及天山-北山区)。这是标准的东南型。珠江区是复理石建造沉积,几乎全部是碎屑岩建造,总厚超过 5,000 米,过去称为“龙山系”下部,它含有少量的化石。在上寒武统有 *Homagnostus*, *Onchonotina*, *Hedinaspis*, *Charchaqia*, *Liostracina*, *Lingulella*, *Acrothele*, *Obolus*, *Palaeobolus*, *Westonia*, *Homotreta* 等等。在中寒武统有少量的腕足类和海绵如 *Protospongia*, *Homotreta*, *Acrothele*, *Obolus*。下寒武统化石更少,只见到海绵骨针 (*Protospongia*)。显然,这一区是很不适合于生物生存的,因此生物极少。在这一区的最南部即海南岛,上寒武统为灰至灰黑色厚层块状灰岩,有时夹有角砾岩,总厚大于 200 米。中寒武统则为灰岩、页岩、砂岩、石英岩等互层,有时炭质很高,并有黄矿铁,总厚在 328 米以上,含有两层化石,其中最可注意的是 *Paradoxididae* 科的 *Xystridura* 和 *Eodiscidae* 科的 *Dawsonia*, 显然它们都是属于东南型动物群的性质。另外还有其它化石如 *Homotreta*, *Lingulella*, *Acrothele*, *Botsfordia*, *Billingsella*, *Hyolithes* 等。*Xystridura* 在澳大利亚、南极洲、西伯利亚、我国甘肃北山等地都有发现,它是东方动物群中与西方动物群的 *Paradoxides* 平行发展的属,因此极可注意。

(III) 过渡类型

过渡类型动物群分布在华北类型和东南类型之间的过渡带。它有时在一层中同时含有华北型动物群和东南型动物群两种类型混杂着的分子,我们称它为混合相,有时是两种类型在地层上互相交错出现,我们叫它交错相。过渡类型沿我国东南区和扬子区相交地带表现最为清楚。在早寒武世时期,过渡类型的动物群位置靠西,到了中、晚寒武世,它的中心地带向东移动。在中国西北,即天山东部和北山的东南型动物群与祁连山的华北型动物群之间,由于大部分地区被戈壁滩覆盖,两者过渡关系还不明了。在云南西部,这两个动物群相隔很近,过渡地带可能很窄。在澳大利亚晚寒武世早期的民迪奥阶 (Mindyalan Stage) 的三叶虫群就和我们这个过渡型三叶虫群相似,朝鲜南部沃川海槽中部出现的三叶虫群也是这个类型,这两个地区的情况后面再谈。

(二) 生物-环境控制论在中国寒武纪生物地层学上 和古动物地理学上的应用

关于寒武纪动物群的分类和分布问题,过去的几种理论,如(1)陆桥或地障说、(2)生物-大地构造说、(3)水温控制说、(4)岛弧说以及(5)板块构造说都不适用于中国的情况。在东亚,很早以前就有人 (Kobayashi, 1931) 提倡陆桥说,认为秦岭-汉城是一条地障,

阻隔南北动物群的沟通。这种说法不断被事实所否定（俞建章、郭鸿俊，1951；张日东，1962；卢衍豪，1959），早在 1954 年（卢衍豪，1954，119—124 页），我们就认为两大类型的生物的分布主要是受生物本身结构、生物群落、古气候、沉积物的性质、古生态、生活环境和古地理等控制的。这就是本文所说的生物-环境控制论。现在我们把这个论点结合我国寒武纪动物群分布情况简述如下。

（I）东南型（参阅表 1，表 2）

在中、上寒武统的三叶虫中，大部分是漂浮生物，其中尤其是球接子类最多，分布最广。还有 Olenids 类和 Paradoxididae（如 *Xystridura*, *Centropleura*）它以游泳为主，也有一部分营漂浮生活（参阅表 1，东南类型江南区及天山-北山区），它的生活环境为含有大量有机质的海洋，海水一般较为宁静，氧气供应较少，而且还含有 H_2S ，没有粗的碎屑物质，所沉积的多是黑色细泥或硅质层或黑色石灰岩，环境比较稳定。例如江南沉积带包括浙西、皖南、赣北、湘中一带，寒武系下部常有石煤、黑色页岩、硅质层、原生黄铁矿和其它矿产，中、上寒武统石灰岩绝大部分也都是深灰或灰黑色的，其中还可以看到原生黄铁矿小晶体和含炭的物质以及沥青的小颗粒，从下部到上部岩性变化不大，即使到了晚寒武世的后期含有不少页岩，也多是黑色的（风化后成黄色或白色），这表明这些岩石主要是在还原环境之下沉积的，显然这种环境对底栖生物的生活是非常不利的。在上述区域的东南，即珠江带，包括赣南、湘东、广东、直至广西的大新县一带，是优地槽型的迅速沉降区，沉积了复理石建造，仅寒武系厚度就达 5,000 米以上，在这套复理石建造里，也夹有不少黑色页岩，生物虽然很少，就三叶虫来说都是属于东南类型的非球接子类。另外还有一些无铰腕足类和海绵骨针等（参阅表 2，中国寒武纪生物相与岩相的关系简表）。

（II）华北类型（参阅表 1，表 2）

这个类型的三叶虫以底栖为主，其次是游泳的或底栖游泳的，如球接子之类的漂浮生物除了个别组、段之外都极少。在沉积环境方面，正与东南区相反，不是还原环境，而是在空气供应充分，气候温暖或燥热，海底颤动激烈，海水动荡频繁之下形成的沉积物。例如，在华北与东北南部，下寒武统馒头组、毛庄组和中寒武统的下部徐庄组，主要是紫红色页岩夹些石灰岩，页岩中有食盐结晶假象。中、上寒武统以灰岩为主，其中鲕状构造、竹叶状构造基本上也都是表示上述环境之下沉积的。在扬子区中部，中、上寒武统娄山关群（包括三游洞组和一部分覃家庙组）主要是一大套白云岩，夹有石膏和盐，这是典型的碱化海和咸化海的沉积物，其中还夹有红层两层，这也是气候干燥和氧化环境的一种表示。由于它是咸化海和碱化海，所以生物绝少，但一到边缘靠近过渡区，碱化和咸化程度减少出现石灰岩或页岩时，立刻就有典型的华北型三叶虫（参阅表 1 及表 2，华北类型）。

（III）过渡类型

前面已经说过，过渡型的生物群是介于华北型与东南型之间的。在岩石性质上，过渡型的岩性也是两种类型的沉积物互相穿插的，这和两种类型生物的穿插出现是一致的。在地理分布上，早寒武世过渡区的位置较靠西，到了中、晚寒武世，过渡区的中部就向东移

动,这可能和早寒武世过渡到中寒武世海底地形的变迁有一定关系(参阅图9,表1,2)。

如上所述,不同类型的生物群群落的分布是受环境所控制的,与此同时,不同类型生物群的演化和繁殖,除了它们自己的内因之外,也是和它们的生活环境有密切关系的。例如球接子类三叶虫,它们没有眼睛,个体又小,就很容易被其它具有眼睛的底栖的大型三叶虫或凶猛的头足类(如华北和东北南部区和扬子区晚寒武世的大量头足类)作为食料而不易繁殖生存。有利于球接子类三叶虫繁殖和演化的环境,是较深的、还原环境的停滞性海洋(如东南区江南沉积带)。在这样的海洋中,底栖生物因为海底缺氧和水中含有H₂S等有毒物质而不能生存,而球接子类随着海流或附着海草漂流在海面或海水的上层,在这个生活带内有足够的氧气可供呼吸,也有腐烂的海草和微体生物作为食料,因此它们的繁殖和演化还是可以相当迅速的,不过仍然比不上在浅海氧化地区三叶虫的繁殖和演化迅速。球接子类自早寒武世出现直至奥陶纪末期,虽有相当程度的变化,但与非球接子类三叶虫变化的速度比较,则仍然是相当稳定的。在还原环境的海洋中,和球接子类三叶虫共生的,中寒武世有数量和种类都不多的非球接子类三叶虫,晚寒武世也有数量和种类不多的Olenids类及其他非球接子三叶虫。一般说来,这些非球接子类三叶虫是营游泳生活和漂浮生活的,属种比较单调,往往只限于几个科,演化也较为迟缓,因为在较深的还原环境的停滞海洋中,它们漂浮或游泳在海水的上层或表层,因此海水的升降对他们生活环境的影响不大,因而变化(演化速度)也就迟缓。和上述情况相反的是浅海氧化地区(华北及东北南部),此区内生物多营底栖或半游泳,种类多,个体数量也多,例如三叶虫,几乎占全国现知寒武纪三叶虫属种的70—80%,生存竞争激烈,食料极为丰富,同时由于是在浅海地区,海水稍有升降颤动,环境即发生了强烈变化,底栖或半游泳的生物即受其影响,生物内部机构和器官适应环境的变化也随之而起变化,这也是促使它们演化迅速的一个重要原因。

(三) 中国寒武纪的几个古地理问题

(I) “华夏活动隆起带”和珠江沉积区的问题

珠江沉积区及其以东的“华夏活动隆起带”的性质和两者之间的关系问题,对我国东南区的全部下古生界影响极大。看来珠江沉积区是一个不断沉降的地槽,“华夏活动隆起带”则是一个不断活动隆起的陆地。前者可能自震旦纪开始即不断下降,沉积了包括震旦、寒武、奥陶、志留几个系的巨厚复理石建造,这一巨厚的碎屑物质的来源主要是由它的东面的“华夏活动隆起带”提供的。一个不断隆起,一个不断下沉,这是否由于“太平洋板块”向西和“欧亚板块”向东互相挤压的结果,成了一个在漫长地质时期中强烈活动的地带(包括中生代至现代),是非常值得注意的。从“华夏活动隆起带”沿着它的北东-南西走向向东北伸到朝鲜南端,日本和千岛群岛,看上去很象是下古生界“欧亚板块”与“太平洋板块”的交锋地带,这两个板块相互挤压就成了一个长时期不断隆起,又不断被剥蚀的“华夏活动隆起”—“岭南隆起”(朝鲜东南部)—“日本隆起”—“千岛隆起”这样一条隆起带,这条隆起带可以是一长条绵亘不断的“陆桥”,也可以是一群岛链。其方向是北东-南西,但它不是一条高山峻岭,而是一条比较窄的低矮的隆起带。它存在的时间很长,除早古生代

末期(志留纪)部分下沉(如沉积日本的志留系)外,自震旦纪开始即已有之。由于不断隆起和被剥蚀,这条隆起带所剩余的古老的片麻岩系杂岩,几乎没有剩余或剩余极少。

(II) 江南古陆的问题

所谓江南古陆,其范围指的是“始于广西北部,在贵州东部和湖南西部加宽,由此它就折转向东横跨洞庭湖。再向东它就环抱幕阜山、九岭山、庐山和鄱阳湖盆地。更向东它就遮盖安徽南部和浙江西北部一大部分。”(黄汲清: 1954, 36—37页)黄汲清提出的这个“江南古陆”或“原始江南古陆”的位置(同上,第二图,中国地质构造古地理图——寒武纪),几乎完全就是本文中的“江南沉积区”,不过“原始江南古陆”的宽度和长度比本文中的“江南沉积带”要小一些而已。“原始江南古陆”是不是一条绵亘不断的古陆呢?从寒武纪生物地层的角度看来,它不但不是古陆,而且还是条海水深度比较大的沉积带。如果说有古陆存在的话,可能只是一些个别的老地层出露的岛屿。但这一带比寒武纪还老的地层主要是震旦纪或者是“下江系”,据近年来的观察,这一带的寒武系下界与震旦系的上界有时是极难划分的;许多地点看来象是“整合”关系,也有一些地点被认为是“假整合”。总而言之,大块的、成为连续不断的十分古老的古陆是不存在的。从沉积情况和古生物角度来看,“江南沉积带”和“过渡型”以及“珠江沉积带”之间的关系,都是渐变的。这点也说明“原始江南古陆”是不存在的。(参阅图9,图11)。“原始江南古陆”的东末端“太湖古陆”(刘鸿允, 1955,《中国古地理图》寒武纪幅)所占地区上海附近的昆山,最近从钻孔岩芯中发现中寒武世三叶虫 *Triplagnostus* 和 *Dorypyge*, 证实“太湖古陆”在寒武纪时期并不存在,而是一个海浸区。

(III) 秦岭-淮阳古陆的问题

前面曾提到过秦岭-汉城线(Kobayashi, 1930)一向被很多人认为是划分南北海浸的地障。黄汲清(1954, 27页)曾断言“秦岭地轴为一有效的划分南北海浸界线的地障”。这一意见虽然以后被许多人否定(卢衍豪, 1954, 1959, 1963; 张文堂, 1962),但最近小林贞一(Kobayashi, 1967, 476—478页)仍认为秦岭地轴是隔绝黄河动物群(即本文的华北-东北南部沉积区)和川滇动物群(即本文的扬子沉积区)的一个地轴。事实证明,秦岭对于划分中国南北寒武纪动物群和奥陶纪动物群都不起决定性的作用,所谓“秦岭地轴”在早古生代没有阻隔南北动物群沟通的作用,如果构造地层学者认定它非有不可的话,那也是不露出水面的潜伏地轴或者是一系列的岛链,对于隔绝南北生物群的沟通来说,没有什么很大意义。这个“地轴”却有点象小孩玩的翘翘板的轴,在寒武纪时期,华北地势高,华南(扬子区)地势低,所以寒武纪地层是由南向北超覆的(参阅图10)。到了早奥陶世和中奥陶世,情况却相反,华北地势降低,华南(扬子区)地势抬高,因此华南(扬子区)的沉积物中碎屑岩大大增多,地壳极不稳定,而华北则碳酸盐类岩占绝对优势,地壳较为稳定。到了奥陶纪晚期,华北地势又抬高,露出海面,成为陆地,长期受到剥蚀。从古生物证据看来,寒武纪时期扬子盆地的边缘地区都有极为丰富的华北动物群(如滇东南、桂西北、湘鄂西)和最近川东、皖南发现的和华北晚寒武世相同的头足类 *Ellesmereoceras* 动物群。早奥陶世扬子区也有和华北相同的大量头足类和海绵 *Archaeoscyphia*(卢衍豪, 1959; 张文堂, 1962)。

可见所谓“秦岭古陆”并不起隔绝南北生物群的作用。

就淮阳古陆来说，在分隔滁县和淮南寒武纪岩相和生物相方面，看来象是起了一些作用，但是淮阳古陆仅限于不大的范围，向西不远，在霍丘一带，即出现扬子区早寒武世早期的 *Hsuaspis* (徐嘉炜, 1958)，而霍丘则被认为是属于华北区的所谓“中朝陆台”范围之内的。

(IV) 塔里木古陆的问题

不论在黄汲清(1954)《中国主要地质构造单位》一文中，或刘鸿允(1955)的《中国古地理图》上，或卢衍豪等(1965)的《中国寒武纪岩相古地理轮廓初探》一文中，都把塔里木、柴达木、康滇地轴称为“古陆”。在本文中，也把这三个地区联成一气，画成古陆。但胡冰等(1965)根据实际地质资料、重磁力物探资料以及塔里木附近地区寒武-奥陶系岩相分析，认为“塔里木地台在古生代时不是一个统一的和长期的隆起区(剥蚀区)，而是经常为海水所淹没和分隔成数个地段”(胡冰等, 1965, 140页)。在他们的中奥陶世古地理图上(133页)，塔里木古海中只有五个不大的剥蚀区，其余广大区域的四周都是与南天山海槽、昆仑海槽和东天山海槽(罗布泊)相衔接的海侵区，沉积灰岩、泥岩等。依照他们的见解，塔里木盆地应该是个海区。但是在这个广大地区内，寒武纪动物群是属于哪一种类型的，是一个极饶兴味的问题。因为在塔里木盆地的东北，即库鲁克山区，其中寒武世和晚寒武世的动物群完全是东南型的，早寒武世则有 *Palaeolenus* 和 *Redlichia*(?) (参阅表1，东天山-北山区)。在塔里木之西的叶尔羌河，上寒武统也有东南型的 *Acrocephalina*, *Quizhoucephalina* 等，更有趣的是柯坪区，在这一区内过去曾发现早寒武世三叶虫 *Keipingaspis*，最近又发现 *Eodiscids*, *Metaredlichia*, *Paokannia* 等，它们都是扬子区早寒武世沧浪铺组的动物群(据新疆地质局化石照片)。塔里木东、西两面的动物群既有东南型的又有华北型(扬子区)的，那么塔里木盆地内究竟是属于哪种类型的或者就是过渡型的，就很重要了。这个问题如何解决尚有待于实际资料的发现。目前我们对待塔里木盆地中心部分是否有寒武系存在，只能从各方面作一推测，因此我们在动物群分布图中(图9)暂以一疑问号(?)表示之。

以上是有关我国寒武纪时期几个重要“古陆”的问题，还有些“古陆”，如康滇古陆、汉南古陆、吕梁古陆、五台古陆、中条古陆等等(刘鸿允, 1955)，有的其性质还不清楚(如康滇古陆)，有的是寒武纪海中的一些大大小小的岛屿，有的可能就根本不存在。在分析寒武纪生物相方面，作用不很大，因此也就没有必要详加讨论了。

五、我国寒武纪生物相和岩相的关系

(一) 我国寒武纪古杯类的生活条件与沉积环境

中国的古杯类化石最早见于早寒武世的水井沱组中部，大部分在天河板期绝灭，在贵州的清虚洞组还有少量出现。华北的张夏组也发现有古杯化石，但数量不及华中-西南地区丰富。基于古杯类是造礁的底栖生物，故对周围居住环境的要求是有条件的，这就决定

它具有区域性的特征。在华中-西南区,古杯类在地层上的垂直分布可划分出三个不同的组合。以川北城口地区为例,下部为凉水井组合,时代是早寒武世早期,相当于水井沱组中上层位。中间组合暂叫鹰嘴岩组合,时代是早寒武世中期,相当于石牌组。最上部为耳子山组合,时代是早寒武世中晚期,相当于天河板组的层位。在地理上的分布,大致成一个马蹄形的宽阔条带,西北起于川北的广元、南江,陕南的宁强、勉县、南郑,沿大巴山东南行,经城口一带至鄂西,然后由鄂西折向西南往川东南的彭水一带进入黔东北的务川而至黔北遵义及滇东北镇雄一带,并向南延至云南东南部还见零星分布。前面说过,古杯类对于生活环境的条件是比较敏感的。就目前所知,沿康滇古陆东侧自滇东起经川西到川西北作南北向条带的地区,虽同属于上扬子盆地的范围,然而迄今还没有古杯类的发现,这可能是这一条带地区靠近康滇古陆,带来大量碎屑物质使海水变为浑浊,不适于古杯类的生存,因为古杯类本身的结构比较细致复杂,它的进水孔、出水孔以及许多通道都很细小,如果在浑浊的海水中,大量的泥沙会使这些孔隙堵塞,而使虫体窒息致死。在华北和东北南部,下寒武统也没有发现古杯类,其原因可能也是由于碎屑物质过多和气候条件过于干燥有关(多为红紫色砂岩和页岩,并有食盐假晶,只有很少灰岩)。但华北(山东和山西¹⁾的中寒武统张夏组中却有古杯类的发现,因为华北的张夏组的岩性和上扬子盆地早寒武世含古杯类石灰岩的岩性极为相似。

至于在过渡型和东南型江南沉积区,下寒武统多半是黑色炭质灰岩、硅质页岩、黑色页岩、石煤等,有时含有原生黄铁矿结核。沉积这种物质的环境是缺氧的,有时还含有有毒的 H_2S ,显然是不适合底栖的古杯类生存的。在东南型的珠江沉积带是快速沉降区,含有大量泥沙,也不适于古杯类的生活。另外,在过渡区的早寒武世地层中,除黑色页岩、黑色硅质层和石煤层外,上部有时也有绿、灰、黄等色页岩和一些砂岩,在这种岩性的岩石里也没有古杯类的发现。关于世界其他各地古杯类的分布和沉积环境的关系,和我国的情况是一样的,已在前节讨论过了,不再复述。

(二) 我国寒武纪生物作用与某些沉积物的关系

我国寒武系有含磷地层,也有石煤和一些矿物等等。看来这些地层的分布与形成是和生物相与岩相的分布密切相结合的。因此研究生物相和岩相,对于寻找和预测某些沉积物以及对某些沉积物的成因问题,就有密切的关系。

(I) 含磷地层的沉积环境

我国寒武系含磷地层主要生成于西南筇竹寺期初期,(在滇东称为渔户村段或含磷层;在川西叫做麦地坪段)和浙西的荷塘期初期。筇竹寺期海浸方向从西南向东北入侵,其范围最北达到北纬 35° 附近,即陕西陇县一带。在华北和东北南部,除北纬 35° 以南外,基本上没有筇竹寺组的沉积,最早的沉积是昌平组(相当于华南的沧浪铺期后期),它超覆在震旦系或前震旦系之上,因此华北和东北南部几乎没有筇竹寺期含磷地层的沉积。

1) 山东长清县崮山的张夏组中,曾发现古杯类,尚未研究。山西五台县中寒武统击舟组也有古杯类 *Coscinocyathus elvira* Walcott 的发现(Walcott, 1913, 60 页, 图版 I, 图 3a-c)。

在中国南部，含磷地层的沉积环境大致可以分为两大类型：第一种是沿康滇古陆的东侧沉积的层状含磷地层和淮阳古陆边缘的层状夹砾状构造的含磷地层。这类地层是在古陆边缘和基本上是在氧化环境之下形成的。由于处在古陆边缘，受海水升降的影响就比较大；因此，沉积环境的变化也就比较大，所形成的岩层的相变程度既快且多。这种类型的含磷地层，一般说来，都是值得注意的。但是并不是沿滇中古陆边缘的东侧或沿淮阳古陆边缘都普遍有这种类型地层的出现。这种类型的沉积和当时的海底古地形有密切关系。在古陆边缘海底低洼地区有它的富集，在这些地区往往有很多的软舌螺化石 (*Hyolithes*, *Circotheca*, *Hyolithellus* 等)。含磷地层的生成除一定的化学条件和物理条件之外，大量生物的存在似乎也有促使含磷地层形成的作用。在西南地区，含磷地层的层位位于筇竹寺组的最下部，自成一段，往往被叫做软舌螺层（或称渔户村段，或称麦地坪段），这和另外一些不含磷的筇竹寺组底部地层成了鲜明的对照。不含磷的筇竹寺组底部地层的分布地区是海底隆起的部分，在此地区筇竹寺组开始即沉积碎屑岩（如页岩），而没有或极少碳酸盐类岩和其它化学沉积岩。

第二种类型是远离古陆的停滞海盆地沉积的含磷地层，分布在第一类型以东的地区以及过渡地区和江南沉积区，它成为层状或结核状。其特点是富集炭质或与黑色硅质层和石煤共生。这种地层显然是在还原环境之下形成的。和含磷层共生的常有许多其他矿物。这种类型的含磷地层，厚度往往不大，磷质也不一定很高，但它的分布面积较为广泛，几乎凡是含有石煤或黑色硅质的地区多多少少都有含磷的反应。看来，这种地层的形成与生物作用有更密切的关系，特别是大量海洋植物（如藻类）沉降在海底低洼地区腐烂所生成腐植酸，可能有促使磷质沉淀的作用。

在上述第一种类型与第二种类型之间并没有截然的界线，中间是过渡的，这个中间过渡地带，也有含磷地层。据分析，磷比率与生物的含量成正比，即生物遗迹越多，磷的比率也越高，这就说明磷元素的沉积与生物有何等密切的关系。

此外，在东南类型珠江沉积带的复理石建造中，下寒武统也含有磷的结核。

从生物相的分布看来，不同生物相的分布与不同类型含磷地层的分布也是一致的。上面已提到大量软舌螺的出现与康滇古陆东侧的含磷地层有关这一事实。与此同时，大量古介形类 (Bradoriida) 也是出现在这一地区的，虽然这类动物与含磷地层的形成并没有直接的关系。在古介形虫大量出现的地区以东，例如黔北、鄂西、川东南一带则大量出现另一类动物群——盘虫类 (Eodiscids)。盘虫类多半在黑色炭质页岩中发现（也有在其它性质的岩石中发现的），因此它是生活在含有大量有机质的海水中，它们大部分可能是游泳在海水上层的，有些也很可能和球接子类相似漂浮在海面上。由黔北、鄂西、川东南这一区更向东到过渡地区，盘虫类逐渐减少，直到江南沉积区，盘虫类基本消失。在江南沉积区，下寒武统下部黑色硅质层和石煤中不但没有盘虫发现，其它三叶虫类也完全绝迹，目前仅知有古孢子、原生生物、藻类和海绵骨针等，下寒武统上部三叶虫也很少，只有四、五种。

（II）石煤层和黑色页岩中一些沉积物的沉积环境

在江南沉积区及邻近江南沉积区的过渡带地区，寒武系底部常有石煤和黑色页岩和

其他沉积物的存在，有时并有硅质层。其中有时有原生黄铁矿结核或黄铁矿化的生物遗迹，如海绵骨针、原生生物、海藻、孢子¹⁾等。因此这类地层应该是在比较强的还原环境之下形成的。促使这类沉积物形成的因素可能有三种：(1) 海草吸收海水中的某些元素成为植物体的组成部分，通过这类植物死亡后大量堆积于海底。我们知道，现代海洋中植物如紫菜和昆布（海带）就能吸收碘，可能在寒武纪时期也有某些海藻或其它植物有吸收多种元素的能力，进而富集。(2) 通过厌氧细菌的作用，使海草或藻类腐烂后成为胶质体，由于这些胶质体吸收海水中的各种元素离子富集堆积，或直接由细菌生成有机酸，使这些离子沉淀。(3) 海洋中的植物或动物死亡后，其遗体能分解成某些有机酸（如氨基酸等），这些有机酸有促进海水中某些元素离子沉淀并富集的作用。

以上三种作用可以同时进行，也可能以其中某一种为主。就目前所知，有些沉积物是以(2)胶体状态存在的，但就整个情况来说，(1)和(3)两种形成富集的因素也是不能排除的。

为了探明这些沉积物的富集区，我们认为有几项工作需要进一步研究：(1) 富集区很可能就是当时沉积时期古海底地形低洼的地区。不论上述三种促使这类沉积物形成因素中的任何一种，它都会集中到低洼之地。因为含这类矿物的胶质体也罢，植物的遗体也罢，有机酸吸收元素离子也罢，或厌氧细菌的作用也罢，都可能由于本身重力（比重）作用由高处滑行到低洼之地而富集。(2) 对于详细的生物地层工作必须过细的测制，包括细致的地层分层和慎密的古生物鉴定，这样才能确定层位的上下关系和地层的沉积情况，进而推知富集地区。(3) 由于富集与古地形有密切关系，细致的古地理工作就很有必要。有了这几项工作，再加上其他必要的分析，对于如何寻找富集区就有可能得到帮助。

六、我国寒武纪动物群与有关地区的关系

根据现有资料，从动物群的特征和产这些动物群的岩石性质加以分析，我国寒武纪(1)华北类型、(2)东南类型和(3)过渡类型的动物群在亚洲许多地区以及澳大利亚和北美都有比较典型的例子。因此这三个类型的划分和它在地理上和地质上的分布，就具有一定的普遍性的意义了。下面我们先按地区一一作简略的分析，然后我们再对大陆漂移学说和板块构造学说提出一点肤浅的看法（参阅图4，图5，图12）。

(一) 朝 鲜 半 岛

朝鲜半岛的寒武系基本上分布在三条平行的东北—西南向的条带上，北部两条，南部一条（参阅插图12）。北面两个条带一条位于大同江流域，另一条位于鸭绿江中游的南部。南面一个条带分布在朝鲜南部汉江上游。大同江流域的寒武系出露于中和、成川和平壤附近，与我国辽东半岛遥遥相对。鸭绿江南岸的寒武系出露于厚昌、满浦、江界、楚

1) 在湖南澧水流域的黑色岩层中，找到原始光面球孢 (*Protoliosphaeridium*)、鞍面球孢 (*Trachysphaeridium*)、瘤面球孢 (*Lophosphaeridium*)、纲面球孢 (*Valvospaeridium*)、鞍面对弧孢 (*Trachydiacrodium*) 以及藻类残片、原生生物、海绵骨针等。

山、渭源、古场等地与我国辽宁太子河流域的寒武系相通。这两个条带的寒武系和我国华北和东北南部的寒武系不论从地层分层上和所含的化石性质上，基本上都是一致的。在第二次世界大战前，日本帝国主义者侵略朝鲜和我国东北期间，日本人曾做了一点寒武纪地层和古生物的工作，但他们在时代的划分方面造成许多混乱和错误，在化石的分带方面也是些东拼西凑建立起来的化石带。解放后，我国地质工作者在各地做了大量地质工作，不论在时代划分上、地层分层上、化石分带方面都作了重要改变（卢衍豪、董南庭，1953；王钰等，1954）。在这以后，这些日本人在他们的文章中，固执己见，坚持他们以往错误的观点不改（远藤隆次，1956；小林贞一，1956，1966a，1966b），在国际上造成错误和混乱状态（Öpik，1963）。

下面将解放后我国华北及东北南部寒武系的地层分层和化石分带与远藤隆次、小林贞一所作的东北南部和朝鲜的地层分层和化石分带作一比较（见表3）。

从表3里可以看出，不但我们的化石分带和远藤隆次与小林贞一的化石分带有很大的不同，并且在时代的划分上也有很大的差别。例如崮山组的动物群，我国早就证明其应划归为上寒武统（卢衍豪，1954，1960；朱兆玲，1959），而且在澳大利亚出现的同样动物群也证明其应该划归上寒武统（Öpik et Pritchard, 1960; Öpik, 1967），然而远藤隆次（1956）和小林贞一（1956，1966a，1966b）置这些新的论证不顾，仍然将其归入中寒武统的张夏统或复州统。又如我国东北南部的湾湾统，经过王钰等（1954）在太子河流域（包括标准地点）的许多地层剖面详细研究的结果，认为肯定应该属于上寒武统的上部，但小林贞一至今则仍然坚持其早在1934年的错误意见归属下奥陶统。有关改正远藤、小林这些错误的许多新的论据，在1959年全国地层会议和以后的论据中已经提出（卢衍豪，1962，1963；叶戈洛娃、项礼文等，1963），本文不再赘述。本文着重讨论的是朝鲜半岛北部动物群的类型问题。我们认为朝鲜北部寒武纪的动物群和华北-东北南部一样，都是同属于华北类型的，在沉积物的性质上也是同属于华北-东北南部沉积区的。

朝鲜半岛南部的寒武系分布在汉江上游，从东海岸的三陟向西包括旌善、平昌、斗围峰、宁越、丹阳、闻庆等处，换句话说，就是包括太白山以西的地区。这一区被称为沃川地

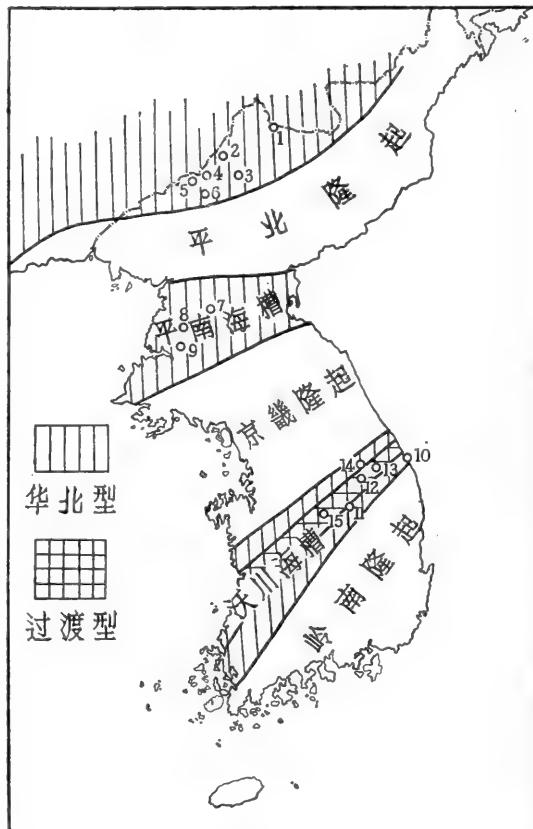


图 12. 朝鲜半岛寒武纪各种类型动物群分布图

1.厚昌、2.满浦、3.江界、4.渭源、5.楚山、
6.古场、7.成川、8.平壤、9.中和、10.三陟、
11.丹阳、12.宁越、13.斗围峰、14.平昌、15.闻庆。

表3. 我国华北、东北南部和朝鲜半岛北部寒武系的划分比较表

槽区。在这一区内寒武系分为三个区：(1) 西北区(旌善、平昌)，出露的是一套板岩，石英岩和碳酸盐类岩的变质岩，未获化石。(2) 东南区(三陟、斗围峰、丹阳)和(3) 中间区(宁越、闻庆)都有三叶虫及其它化石的发现。在日本帝国主义者侵略朝鲜的时候，日本人在不同的地点搜集了一点零星的材料，拼凑成为若干化石带。下面是小林贞一(1966b)对斗围峰(东南区)和宁越-闻庆(中间区)综合起来的地层划分和对比表(表4)：

表4. 朝鲜半岛南部和华北的寒武系分层对比表

华北标准分层		朝 鲜 半 岛 南 部			
		斗 围 峰 区		宁 越 - 闻 庆 区	
上	凤 山 组	<i>Eoorthis</i>	花	<i>Apheoorthis</i>	瓦 谷 组
		<i>Dictyites</i>		<i>Hancrania</i>	
寒	长 山 组	<i>Kaolishania</i>	折	<i>Olenus</i>	磨 磁 里 组
		<i>Chuangia</i>		<i>Iwayaspis</i>	
武	崮 山 组	<i>Prochuangia</i>	细 松 板 岩	<i>Eochuangia</i>	三 方 山 组
		<i>Drepanura</i>		<i>Tonkinella</i>	
中	张 夏 组	<i>Stephanocare</i>	大 基 灰 岩	<i>Metagraulos</i>	麻 城 灰 岩
		<i>Olenoides</i>		<i>Yabeia</i>	
寒	徐 庄 组	<i>Solenoparia</i>	猫 峰 板 岩	<i>Kootenia</i>	九 郎 页 岩
		<i>Megagraulos</i>		<i>Dawsonia</i>	
武	毛 庄 组	<i>Bailiella</i>	猫 峰 板 岩	<i>Redlichia</i>	九 郎 页 岩
		<i>Mapania</i>		<i>Palaeolenus</i>	
统	慢 头 组	<i>Elrathia</i>			
		<i>Redlichia</i>			
下	昌 平 组	(Jangsan Quartzite)			

从这个表看来，不论是斗围峰区或者是宁越-闻庆区的动物群，和我国华北型的动物群都有极为密切的关系。但是另一方面，值得注意的是，在宁越-闻庆区上寒武统磨磁里组的上部 *Hancrania* 和 *Olenus* 两个动物群中，前一个动物群有 “*Hedinaspis*” *granulatum* Kobayashi, “*Westergaardites*” *coreanica* Kobayashi 的发现；后一个动物群中有 *Olenus asiacicus* Kobayashi, *Glyptagnostus reticulatus* (Angelin), *Acrocephalina trisulcata* Kobayashi, *Hedinaspis* cf. *regalis* (Troedsson) 的发现。这些化石不是保存在黑色钙质页岩中，就是保存在浅灰色和黑色薄层石灰岩所夹的黑色页岩薄层中。*Hedinaspis*, *Westergaardites*, *Olenus*, *Glyptagnostus*, *Acrocephalina* 等属在我国浙江西部、安徽南部、江西北部、新疆天山东部、甘肃北山都常有发现，是我国东南型动物群的重要组分分子，而且也都是保存在黑色、深灰色的页岩中。因此，笔者等认为：朝鲜半岛南部宁越-闻庆区的寒武纪整个动

物群的性质,应该是相当于我国过渡型的,就是说在寒武纪磨磋里期晚期的 *Hancrania* 动物群和 *Olenus* 动物群以及麻城早期的 *Dawsonia* 动物群,基本上属于我国东南类型的。同时下寒武统含 *Palaeolenus* 的九郎页岩,中寒武统的三方山组以及上寒武统的磨磋里组下部所含的三叶虫群,则均属于华北类型的。这里所说的过渡类型指的就是华北类型和东南类型两者或则互相混杂在一个层位中同时出现,或则相互间隔交错成为互层出现。至于华北类型或东南类型中哪一种在过渡期中占的分量比较大,却不是主要的。所占分量的多少,是与当时当地与华北类型所占的区域或与东南类型所占区域在地理位置上的接近与否有直接关系的。如果与华北类型所占的区域较为接近,那么这个过渡区中的华北型动物群占的份量就要大一些;如果与东南型所占的区域较为接近,那么这个过渡区中的东南型动物群占的份量就要大一些。为了说明这个问题,我们可以将长江流域下游,例如皖东和皖南两过渡区动物群,与朝鲜半岛南部过渡区动物群作一比较:从图 5 和图 9 都可以看出,皖东、皖南的中寒武统(参阅表 1)因为和东南类型的江南区十分接近,所以它所含的动物群如 *Lejopyge*, *Goniagnostus*, *Ptychagnostus*, *Hypagnostus*, *Triplagnostus*, *Peronopsis*, *Fuchouia* 也就和江南区酷似,甚至岩石性质也和江南区一样,都是薄层灰岩。所以把这三区(皖东、皖南和江南区)的中寒武统统一命名,都叫做杨柳岗组。再从上寒武统的动物群分析,皖东、皖南两区虽同属于过渡类型的性质,但皖南在地理上接近东南类型的江南区,因此东南类型的动物群分量就大些,特别是上寒武统上部青坑组,除少量华北型的 *Ptychaspidae* 和 *Saukiidae* 外,大部分都是东南型的三叶虫,如 *Lotagnostus*, *Hedinaspis*, *Charchaqia*, *Westergaardites* 等。而皖东在地理上接近华北区,所以上寒武统琅琊山群的三叶虫绝大部分是属于华北型的,如 *Prochuangia*, *Coosia*, *Pagodia*, *Paramaladiodella* 等,仅有少量三叶虫如 *Yuepingia*, *Proceratopyge* 在其他过渡区亦常发现。

现在我们再回转来看看朝鲜半岛南部的情况。前面已提过朝鲜半岛南部沃川地槽分为三个区(1)西北区(旌善-平昌),(2)东南区(斗围峰、三陟、丹阳)和(3)中间区(宁越,闻庆)。中间区(宁越-闻庆区)的动物群是处于华北型与东南型两种类型三叶虫相互间隔交替出现的情况。先是九郎组出现华北型的 *Palaeolenus*,然后在麻城灰岩下部出现东南型的 *Dawsonia*(如我国海南岛出现欧洲与北美东部大西洋动物群 *Dawsonia*),跟着在较长时间内(三方山期和磨磋里期早期)再度出现华北型动物群,然而到了磨磋里组上部却又夹入东南型的 *Olenus* 和 *Hancrania* 两个动物群。所以我们说:宁越-闻庆区相当于我国华北型与东南型相互穿插的过渡类型。

至于斗围峰区,则在寒武纪时期自始至终出现的都是华北型动物群,不象宁越-闻庆区,华北型又夹杂着有东南型的动物群出现,因此斗围峰区应该完全划在华北型动物区内,和朝鲜半岛北部一样,都完全属于华北型。

另外,西北区的旌善-平昌区的寒武系已变质,主要由千枚岩、结晶石灰岩和片岩组成,未获化石。

从整个沃川地槽看来,虽然在西北区未获化石,但东南区出现了华北型动物群,中间区出现了过渡带动物群。看来沃川地槽主要是被华北型的动物群占有,但在磨磋里期的后期,海水带进了东南型动物群,在地槽的中间地带成了过渡类型的动物群。这个过渡型动物群与我国下扬子过渡带(滁县、皖南)隔着黄海遥遥相对,只是沃川地槽中间带的东南

型动物群的数量远没有下扬子过渡带那么丰富罢了。

关于朝鲜半岛北部和南部寒武纪动物群的某些差异，我们的意见和小林贞一的意见有根本的分歧。小林贞一早期（1930）认为朝鲜半岛南部和北部以及我国南方和北方早古生代动物群的差异有一条“秦岭-汉城地轴”将两方的动物群分开。他这个意见到目前为止基本上仍没有变动。只是把“秦岭-汉城地轴”分为两段：一段叫做“秦岭地轴”一段叫做“山东-京畿古陆”（1966b, 291页）或“京畿古陆”（1967, 477页）而已。从许多事实证明，我们早就指出（卢衍豪，1954, 1956a, 1956b, 1962, 1963）秦岭地轴并不存在，南北动物群的差异是由生物本身的结构和当时生物环境的适应性所决定。这个意见我们从分析朝鲜半岛南部沃川地槽同时存在着华北型动物群（在地槽的边缘）和过渡型动物群（在地槽的中间）更得到证明。所谓“京畿古陆”也叫做“京畿隆起带”或者“山东-京畿隆起”对于分离朝鲜半岛南部和北部寒武纪的动物群丝毫不起作用。因为朝鲜半岛北部和南部同时都存在着标准的华北型动物群，只是南部在寒武纪时期中的某一段时期（磨磋里期晚期和麻城期早期），与我们东南区的海相通，海水带进一点东南型动物群，成了过渡型动物群。

（二）特提斯海区

本区包括喜马拉雅山的斯匹梯、克什米尔向西延至巴基斯坦的盐岭、伊朗、死海、土耳其直至地中海，如意大利的撒丁岛、西班牙南部以及北非洲摩洛哥等处。这一区寒武系的研究除摩洛哥稍详细外，都较为零星，因此动物群的详细分区还有一定困难，就手头资料看来，大致可以分为两区：（1）喜马拉雅山向西通过斯匹梯、克什米尔、盐岭至伊朗，寒武纪动物群完全属于华北型；（2）由死海向西经土耳其、意大利撒丁岛到地中海西部的南北两岸（即西班牙南部和北非摩洛哥），早寒武世动物群是东方动物群和西方动物群的混合型。到中寒武世，东方动物群的影响逐渐消失，而绝大部分为西方动物群所代替。现由东向西将各地区寒武系及其所含动物群的简单情况介绍如下（参阅表5）。

（a）斯匹梯区 此区的寒武系厚达1,720米左右，称为亥曼塔系（Haimantas Series）。下亥曼塔群（Lower Haimantas）以暗灰色板岩及石英岩为主，厚约700—1,000米。中亥曼塔群（Middle Haimantas）以浅红色及黑色板岩为主，夹石英岩层，厚300米以上，其中产 *Redlichia noetlingi* (Redlich)。上亥曼塔群（Upper Haimantas）的中、下部为硅质板岩、灰色云母石英岩、红绿色板状石英岩夹少量石灰岩，厚约300米，富含三叶虫化石，如 *Hundwarella haimantensis* (Reed), *Anomocarella memor* (Reed), *Ptychoparia maopoensis* (Reed), *Ptychoparia (Lyriaspis) spp.*, *Oryctocephalus salteri* Reed, *O. indicus* Reed, *Pagetia griesbachi* (Reed) 等，其时代与我国的徐庄组和张夏组相当，属于中寒武世。上亥曼塔群的上部仍有厚约130米的硅质板岩、页岩夹石英岩及白云岩，由于位于中寒武统之上，其时代有属于晚寒武世的可能（Reed, 1910; Kobayashi, 1967）。

（b）克什米尔 克什米尔区寒武系下部以泥灰质板岩、硬砂岩、石英岩为主。产 *Redlichia*；上部为泥板岩夹石灰岩，上部产 *Peronopsis*, *Tonkinella breviceps* Kobayashi, *T. quadrifida* Reed, *Bailella frangtengensis* (Reed), *B. sejuncta* (Reed), *Anomocarella memor* (Reed), *Hundwarella personata* (Reed) 等三叶虫，其时代应为中寒武世的早期，层位大致

表 5. 特提斯海区(喜马拉雅至地中海)寒武纪动物群分区

动物群性质	东 方 动 物 型 群					中 间 型 群					动 物 群				
	斯 匹 梯	华 北	克 什 米 尔	盐 岭	伊 朗	死 海	海 土	耳 其	意 大 利 撒 丁 岛	西 班 牙	北 非 摩 洛 哥				
地区	斯 山 组														
时代	凤 山 组														
上 寒 武 统															
	<i>Saukia</i>														
	<i>Transaspis</i>														
	<i>Maladiodella</i>														
	<i>Chuangtia</i>														
中 张 夏 组															
	<i>Hundwarella</i>														
	<i>hainanensis</i>														
寒 武 统															
	<i>Hundwarella</i>														
	<i>Lioparella</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Conocoryphe</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>														
	<i>Paradoxides</i>														
	<i>Peronopsis</i>														
	<i>Ctenocephalus</i>														
	<i>Corynexochus</i>				</										

与我国的徐庄组相当。此区有无上寒武统地层尚难确定。

(c) 盐岭 盐岭的寒武系很早以前就发现(Waagen, 1889), 以后又经过几次研究(Redlich, 1899; King, 1941; Schindewolf & Seilacher, 1955), 但化石地点零散。从动物群的性质分析, 可分为上下两层化石: 下层产 *Redlichia noetlingi* (Redlich), *Bostfordia (Mobergia) granulata* (Redlich), *Neobalus warthia* Waagen 等, 其时代大致与我国早寒武世的馒头期和沧浪铺期相当。上层产三叶虫 *Chittidilla plana* King, *Ptychoparia sakesarensis* King 等。其中 *Chittidilla* 一属在我国云南中寒武统陡坡寺组的下部亦有发现, 因此盐岭 *Chittidilla* 层的时代可划归为中寒武世早期。从沉积物看来, 盐岭的寒武系由上而下可分为 4 段: (4) Salt pseudomorph 页岩; (3) Magnesian 砂岩; (2) *Neobolus* 页岩; (1) Purple 砂岩。在 Salt pseudomorph 页岩中未获化石; 在 Magnesian 砂岩近顶部的页岩中产 *Chittidilla plana*; 在 *Neobolus* 页岩中产 *Redlichia noetlingi*。

(d) 伊朗 伊朗的寒武系主要分布在中部和西南部扎格罗斯山脉(Zagros Mts.)与黑海南岸的厄尔布尔士山脉(Elburz Mts.)之间, 上、中、下统均有其代表。在伊朗的西南部, 寒武系厚度超过 2,000 米, 下寒武统由朱古力色、红色、绿色页岩、红砂岩, 黑色及杂色白云岩与石灰岩组成, 产石膏及岩盐。中上寒武统由绿棕色页岩、薄层云母砂岩及深灰色石灰岩组成。下统的化石以 *Redlichia chinensis* Walcott, *R. nobilis* Walcott 最为特征, 其层位与我国馒头组相当。中统有 *Hundwarella*, *Lioparella* 等三叶虫。按 *Lioparella* 为我国华北张夏组底部产物, *Hundwarella* 则产于喜马拉雅史匹梯地区的上亥曼塔群的中、下部, 其时代亦属中寒武世。上寒武统亦颇发育, 已发现的化石有相当于我国长山组所产的 *Chuangia*, *Changshanocephalus*, *Maladioidella* 以及 *Homagnostus cf. hoi* (Sun) 等, 另外还有和相当于我国凤山组所产的 *Saukia* (King, 1930, 1937; Kobayashi, 1944, 1967)。从以上所产的动物化石看来, 伊朗的寒武纪动物群完全属于东方动物群中的华北型。

(e) 死海 死海区目前只发现早寒武世的化石, 其中三叶虫有四属: *Kingaspis*, *Lusatiops*, *Redlichops* 和 *Hesa* (King, 1923; Richters, 1943), 其中 *Kingaspis* 亦见于摩洛哥, 它与沧浪铺组所产的 *Palaeolenus* 极为相似, 原来里希特(Richters, 1942)将死海的 *Kingaspis campbelli* 定为 *Palaeolenus*。 *Lusatiops* 一属原产于德国, 其时代大致也和沧浪铺组相当。*Hesa* 一属的标本保存极劣, 但从里希特(1943, t. 2, f. 9)的再造图看来, 和我国云南沧浪铺组所产的 *Drepanuroides* 有些相似, 但 *Drepanuroides* 的前边缘较平, 面线前支向外斜伸较强。*Redlichops* 一属是里希特原作为 *Redlichia* 的一个亚属的, 它与北非摩洛哥和我国云南筇竹寺组所产的 *Pararedlichia* 较为接近, 应与 *Eoredlichia* 同置于 *Pararedlichinae* 亚科内。从这四属三叶虫加以分析, 死海早寒武世动物群的性质已开始表现出西方动物群与东方动物群混生的现象。

(f) 土耳其 在土耳其发现寒武纪化石的地点有两处: 一处在土耳其南部托罗斯山脉贝谢希尔(Beysehir)附近(Dean & Monod, 1970), 另一处在靠地中海东北角距离叙利亚不远的亚马努山(Dean & Krummenacher, 1961)。贝谢希尔附近的寒武系共厚不过 130 余米, 下部为白云岩, 无化石; 中、上部为石灰岩。在石灰岩的上部采获一些中寒武世的三叶虫, 其中有 *Ctenocephalus*, *Conocoryphe*, *Corynexochus*, *Paradoxides*, *Peronopsis* 等, *Ctenocephalus* 和 *Conocoryphe* 两属都是北美东部及欧洲的大西洋动物群, 亦见于北非;

Corynexochus 原也是欧洲及北美东部大西洋动物群, 近年来普遍发现于澳大利亚 (Öpik, 1967)、北美阿拉斯加 (Palmer, 1968)、西伯利亚、哈萨克斯坦和我国湖南西部以及浙江西部上寒武统下部的地层中。*Paradoxides* 则是典型的西方中寒武统三叶虫, 除欧洲和北美东部外, 在北非、西伯利亚也都有发现。据杰恩和莫诺的意见 (Dean & Monod, 1970), 土耳其的这个动物群主要是属于特提斯类型, 相同的属亦见于地中海西部、捷克斯洛伐克、英国和北美纽芬兰的东部。

土耳其寒武纪另一地点亚马努山区所发现的化石仅有 *Pardailhania* 和另一个不能鉴定种属的球接子三叶虫。*Pardailhania* 在欧洲南部西班牙、法国南部、北非摩洛哥和北美新不伦瑞克等处的中寒武统中都有发现。

从以上两处的三叶虫动物群看来, 大西洋型的分子在土耳其已大大增加, 其中有的属如 *Ctenocephalus*, *Paradoxides* 和 *Pardailhania* 已不能越出地中海区向东延伸至喜马拉雅山了。

(g) 南欧意大利撒丁岛、西班牙、北非摩洛哥和西非毛里塔尼亚 这四部分都属于地中海西部区。撒丁岛过去只发现早寒武世的三叶虫和古杯类。*Dolerolenus*, *Anadoxides*, *Giordanella* 三属三叶虫自 1881 年发现以来 (Meneghini, 1881), *Dolerolenus* 已在西班牙发现 (Sdzuy, 1959; Lotze & Sdzuy, 1961), *Anadoxides* 亦在西班牙发现, 同时西伯利亚似亦存在 (Rasetti 1972, p. 59), 最近拉赛蒂 (Rasetti, 1972) 在撒丁岛又发现了许多早寒武世三叶虫, 另外也有一些中寒武世的三叶虫。这就使地中海区寒武系与其他地区的关系更加明了。其中, 早寒武世分两组, 在下部的一组除古杯类、腕足类、软体动物之外有两个三叶虫新属 *Hebediscina* 和 *Iglesiella*。*Iglesiella* 和我国华中-西南区所产的 *Metaredlichia* Lu 极为相似, 所不同的是, 前者的内边缘极长 (纵向)。另外, 撒丁岛还有一些未定种属名称的三叶虫 (Rasetti, 1972, 图版 VIII, 图 11, 12) 其内边缘较 *Iglesiella* 为短, 更接近 *Metaredlichia*, 如果属的特征尺度放宽一些, 应该归入 *Metaredlichia* 之内。在 *Hebediscina* 和 *Iglesiella* 之上, 另一组早寒武世三叶虫有 *Anadoxides*, *Dolerolenus*, *Giordanella*, *Nebidella*, *Sardoredlichia*, *Bornemannaspis*, *Enantiaspis* 等属, 其中 *Sardoredlichia*, *Nebidella*, *Bornemannaspis* 和刚才谈到的下部一组三叶虫 *Iglesiella* 都被拉赛蒂归入 *Redlichidae* 科之内, 因此它们和东方动物群的关系也比较密切。中寒武世三叶虫有 *Peronopsis*, *Ptychagnostus*, *Ctenocephalus*, *Corynexochus*, *Conocorythe*, *Paradoxides*, *Pardailhania*, *Agraulos* 等属, 其中绝大部分均见于地中海区, 包括土耳其、西班牙、北非摩洛哥等处, 其动物群性质属于欧洲南部类型。

西班牙的寒武系主要分布在两个条带: 一个条带在南部靠近地中海的昂达卢西亚山脉 (Richter, R. et E., 1940, 1941); 一条在北部出露于萨拉戈萨和莱昂一带 (Sdzuy, 1958, 1959)。昂达卢西亚山脉一带出露的寒武系产丰富的早寒武世三叶虫, 其中 *Serrodiscus* 和 *Protolenus* 都是欧洲和北美大西洋动物群的分子, 后者亦见于北非摩洛哥。*Saukianda* 和 *Resserops* 见于摩洛哥, *Strenuaeva* 是欧洲的大西洋动物群中的分子, 只有 *Eops* 是本地区特有的。这个早寒武世的动物群既具有大西洋动物群的分子, 同时也受到了东方动物群的影响。西班牙北部萨拉戈萨和莱昂一带发现的中寒武世三叶虫如 *Ciceragnostus*, *Hamatolenus*, *Ellipsocephalus*, *Strenuaeva*, *Paradoxides*, *Pardailhania* 都属欧洲大西洋动物群。

另外, *Dorypyge*, *Bailiella* 也见于欧洲西部。但在我国的徐庄组和张夏组中, 这两个属都极为丰富。

特别令人感兴趣的是北非摩洛哥早寒武世的动物群 (Hupe, 1952, 1960)。这个动物群既含有典型的东方动物群, 如 *Neoredlichia*, *Pararedlichia*, 又含有典型的西方动物群, 如 *Strenuella Hamatolenus*, *Protolenus*, *Callavia*, *Kjerulffia*, 同时还有些地中海西部地方性特征的属, 如 *Myopsolenus*。此外, 过去认为只有地中海区西部 (西班牙及北非) 的特产如 *Resserops*, *Termierella* 和 *Fallotaspis* 亦在西伯利亚发现 (Репина 等, 1964; Репина, 1966)。同时西伯利亚常见的 *Pagetiellus* 亦在摩洛哥的早寒武世地层中发现 (Hupe, 1960)。据近年来报导, 北美有两处发现 *Fallotaspis* 动物群: (1) 美国加利福尼亚的伊尼奥 (Inyo) 山脉, 早寒武世 *Fallotaspis* 与 *Daguinaspis*, *Nevadia*, *Holmia* 和古杯类共生 (Nelson & Hupe, 1964)。其中 *Daguinaspis* 过去也只有在摩洛哥发现。(2) 加拿大西北马肯济山脉下寒武统下部也发现 *Fallotaspis* (Fritz, 1972)。由此看来 *Fallotaspis* 和 *Olenellidae* 科中的其它三叶虫一样, 都是属于西方动物群的, 在摩洛哥和西伯利亚的出现, 是说明它与东方动物群混生, 而不是摩洛哥或西伯利亚中间型所独有的。在摩洛哥的中寒武世的动物群中, *Hartshillia*, *Ellipsocephalus* 都是属于西方动物群的, 而 *Pardailhania* 则见于欧洲南部 (西班牙及法国南部) 及北美东部, 也是属于西方动物群的。根据这些动物群分布加以粗略分析, 我们认为摩洛哥的早寒武世动物群是东方动物群 (Redlichian) 和西方动物群 (Olenellian) 的混合动物群, 到了中寒武世则东方动物群逐渐消失其影响, 几乎全为西方动物群所占有。

最后, 我们提一提非洲西部的毛里塔尼亚西北部发现早寒武世的少量化石, 其中包括腕足类 *Neobolus* cf. *warthi* Waagen, *Lingulella* cf. *fuchsi* Redlich, *Botsfordia*, *Acrothele* 和 *Redlichia* sp. 的一个三叶虫活动壳。前两个腕足类的原种产于盐岭下寒武统 *Neobolus* 层, 因此研究这批化石的原作者 (C. Poulsen, 1960a, 11 页) 认为在早寒武世特提斯海即已存在, 并直通毛里塔尼亚。这些化石是产于下寒武统的砾岩、泥岩、页岩、红色铁质、磷质、含云母等等泥岩, 砂岩, 硬砂岩等厚约 200 米的地层中, 其沉积环境也与喜马拉雅地区的下寒武统颇为相似。

总结以上整个特提斯海区各种动物群的分布规律, 我们发现动物群分布的重要因素有三个: (1) 与沉积环境有密切关系; (2) 在地区上受邻近地区东方和西方动物群的影响; (3) 与动物本身的结构有关。在沉积环境方面, 喜马拉雅一些地区 (从斯匹梯, 克什米尔, 盐岭到伊朗) 寒武系的沉积物是和华北区或扬子区十分相似的。例如都有大量碎屑岩, 包括不少红色碎屑岩, 有盐和石膏, 另外有一些白云岩和石灰岩。红色岩层在华北早寒武世馒头组及中寒武世早期的徐庄组都很多, 在四川, 中寒武统也含有红色岩层, 同时并有盐和石膏的沉积。华北馒头组中含盐假晶的分布也相当普遍。由于地区是接近东方动物群的华北型, 因此这个地区的生物类型属于华北型亦非偶然。喜马拉雅区和澳大利亚-南极区是早寒武世 *Redlichia* 动物群和中寒武世 *Amphoton-Liopeishania* 动物群与 *Chittidilla* 动物群从东亚分叉出去的两个延伸条带: 一条向西通向特提斯海, 一条向南经过东南亚和澳大利亚通向南极洲。和华北或扬子区出现的三叶虫一样, 绝大部分的三叶虫属于底栖和半游泳类型, 而没有或极少漂浮类型的三叶虫出现。

从死海往西，进入地中海区之后，情况就有了变化，不论是土耳其、意大利撒丁岛、西班牙，法国南部或非洲摩洛哥，早寒武世东方动物群和西方动物群混合的现象甚为显著。这个混合型动物群在地理上一面是受东方动物群由东向西入侵的影响，一面是受西方动物群由西向东和由北向南入侵的影响，其结果就成为两者混生。毛里塔尼亚虽已证实有早寒武世地层，但由于化石发现过少，其动物群性质如何，尚有待新的发现。到了中寒武世，在地中海区，东方动物群的特有分子已极为少见，而大部分为西方动物群所占有，只有少量球接子和不具有强烈地区特色的属，如 *Peronopsis*, *Dorypyge*, *Bailiella*, *Corynexochus* 等是东西方都有的三叶虫。

(三) 东南亚和澳大利亚

东南亚目前发现寒武系的地区有越南、柬埔寨和泰国，其他地区虽然也有一些地层可能属于寒武纪，但缺乏化石的证据，因此还不能肯定。澳大利亚很早已发现寒武纪化石，近二十年来进展较快，但还有很多地区情况不清，因此本文也只能作粗略的分析。现就以上几个地区的寒武系分述如下：

(1) 越南北部 越南北部的寒武系很早以前就已发现，总称为长蓬系 (Deprat, 1915)。但是戴普拉 (Deprat) 所作的剖面极为粗糙混乱，把厚度一米左右的、重复出现的地层剖面当作是顺序完整的剖面，而且化石产地不一，东拼西凑，所以虽然经过后人就其所采集的化石作了分层、分带的整理 (Mansuy, 1916; Kobayashi, 1944c; Saurin, 1956)，但其可靠程度是十分可疑的。我们举几个例子就可见一般：(A) 绍林 (Saurin, 1956, 397—400 页) 和小林贞一 (1967, 469 页) 所整理出来的 7 个化石组 (beds) 和 20 个化石带，如果和亚洲其它地区比较，特别是和我国解放以后寒武纪地层工作所获得的成果比较，他们的 *Upper Bailiella lantenoisi* 带和 *Lower Bailiella lantenoisi* 带中间夹着 *Lioparella propinquum* 带，看来极为奇异的。因为在两个相同的化石带 (*Lower Bailiella lantenoisi* 带和 *Upper Bailiella lantenoisi* 带) 之间出现另一个不同的化石带 (*Lioparella propinquum* 带) 是不可想象的。(B) 他们把 *Drepanura premesnili* 带放在 *Damesella* 带之下，可能也是违反事实的。根据我国各地情况，前者应在后者之上，而不是在后者之下。(C) 把 *Calvinella walcotti-Eoorthis doris* 和 *Calvinella walcotti-Eoshumardia orientalis* 列为两个化石带，也是难于理解的。如果它们的顺序无误，应该把它们作为 *Calvinella walcotti* 带的两个亚带，即：*Eoorthis doris* 亚带和 *Eoshumardia orientalis* 亚带。以上三种情况，很有可能是由于构造关系地层重复出现，或者是把不同地点采集的同一层位的化石当作两个层位。甚至也有可能是人为的错误。由于戴普拉所作的剖面可靠程度很可怀疑，同时越南北部和我国云南东南部富宁、文山不但在地理上接近，而且动物群也极为相似，因此我们把滇越交界的寒武系暂时划在一个生物相和一个沉积相区之内，这一区内化石带的划分，以富宁、文山一带所建立的 11 个化石带作为标准(见本文第 51 页)。不论是越南北部或云南东南部，都是属于华北型动物群。

(2) 柬埔寨 在柬埔寨北部莫卢布雷 (Molouprey) 附近曾采获一个三叶虫，定名为 *Blainia aff. gregarius* Walcott (Kobayashi, 1956b)。但由于标本极劣，保存在石英质页岩

层中, 种属鉴定不可靠, 也有可能是一个早奥陶世的 *Asaphidac*, 因此其时代只能说是从中寒武世到早奥陶世。

(3) 泰国 在泰国与马来亚交界的特鲁陶岛 (Tarutao Island), 出露一层红色云母硬砂岩, 其中所含化石有: *Apheoorthis*(?) sp., *Pagodia thaiensis*, *Thailandium solum*, “*Eosaukia*” *buravasi*, *Saukiella tarutaoensis*, *Coreanocephalus planulatus* (Kobayashi, 1957)。除 *Thailandium* 是一个新属外, *Eosaukia* 是黔东南过渡类型中的一个属(卢衍豪, 1954), 它和华北的许多 *Saukidae* 类三叶虫有关, *Pagodia*, *Saukiella*, *Coreanocephalus* 都见于华北型动物群。

从上述(1)越南北部、(2)柬埔寨、(3)泰国三处寒武系都是属于华北型动物群类型的情况看来, 东南亚对于联系我国云南与澳大利亚之间的寒武系是起了极大作用的。下面我们把澳大利亚寒武系作一简单介绍, 并分析其与我国寒武系的关系。

(4) 澳大利亚 澳大利亚近二十年来对于寒武纪地层和古生物的研究, 获得了较大进展。从动物群的性质看来, 不但此区应属于东方动物群, 从各种动物群在古地理上的分布看来, 和我国华北型、东南型、过渡型也都有极为密切的关系。对于澳大利亚动物群的性质和它们在古地理上的分布, 欧彼克 (Öpik, 1957, 240 页) 曾做了以下的结论: “澳大利亚寒武纪动物群古地理的情况是随地区和随时间变化的。在中部南北向的一条分界线之西, 其动物群属于太平洋动物群和东方动物群(即相当于本文的华北型动物群)。在分界线之东, 初期虽然是太平洋动物群的性质, 但后期则被大西洋动物群(即相当于本文的东南型)所代替, 后一类动物群发展的最高峰是塞耳温岭(在昆士兰的西北部)地区的可能为冷水的 *Centropleura* 动物群。在同一地区, 晚寒武世开始是太平洋型的 *Cedaria* 动物群, 其后则被大西洋动物群的组合所代替。地方性的分子在澳大利亚寒武系古地理的历史过程中, 各个时期都常见。”“澳大利亚寒武纪动物群的历史表明, 孤立的动物群区是不存在的, ……”(Öpik, 1957, p. 240)。根据这个结论和参考其他论据 (Öpik & Pritchard, 1960; Öpik, 1961; 1963, 1967), 我们认为, 在欧彼克所说的南北向的一条分界线之西的动物群, 就是我们所说的华北型动物群, 分界线之东的动物群可以分为两组: 靠近分界线的是我们所说的过渡型动物群, 远离分界线的是我们所说的东南型动物群。因此, 澳大利亚的寒武纪动物群可以分为下列三种类型, 其分布地区成为三个大致作南北向的条带: (参阅本文图 5)

动物群类型	澳大利亚的分布地区
A 华北型	东西分界线以西地区
B 过渡型	靠近东西分界线以东地区
C 东南型	远离东西分界线以东地区

现将各种类型分述如下:

A. 华北型 澳大利亚的华北型动物群散见于澳大利亚西北部 (Traves, 1957), 澳北区的西部 (Öpik, 1957), 南澳大利亚的中部 (Daily, 1957)。早寒武世的动物群主要有 *Redlichia*, *Pararaia*, 小型的 *Ptychopariid* 三叶虫, *Yorkella*, *Protolenus*, cf. *Lusatiops*, *Isoxys* 以及其他类似 *Micmacca*(?) 等三叶虫和 *Biconulites*, 古杯类、软舌螺 (*Hyolithes*)、腕足类、腹足类 *Helcionella* 等等, 其动物群颇似我国华北型扬子沉积区和华北-东北南部沉积区

的早寒武世中期和晚期的动物群。岩性方面,随地点的不同有所变化,有些地区有食盐假晶,一般的岩性以砂岩、页岩和灰岩为主。中寒武世的动物群有 *Solenoparia*, *Damesella*, 这也是典型的华北型,其岩性为灰岩、页岩和砂岩,含化石的灰岩为鲕状,极似华北的张夏组。晚寒武世典型的华北型分子更多,如 *Calvinella*, *Prosaukia*, *Dikelocephalus*, *Ptychaspis*, *Tellerina*(?), *Saukia* 等。

B. 过渡型 澳大利亚过渡型的动物群和我国过渡型动物群极为相似。既有典型的华北型动物群又有典型的东南型动物群。另外,球接子(Agnostids)则显示其世界性的性质。过渡型分布地区大致包括澳北区的东部,昆士兰西部,新南威尔士西部,维多利亚中部及西部和塔斯马尼亚。早寒武世动物群特征为 *Redlichia*, 中寒武世开始为 *Xystridura* 与 *Redlichia* 混生,继之为 *Xystridura*, *Lyriaspis*, *Nepea*, *Kootenia*, *Dinesus*, *Lancastria*, *Oryctocephalus* 以及极多的华北型分子如 *Koptura*, *Mapania*, *Amphoton*, *Fuchouia*, *Crepicephalina*, *Aojia*, *Lisania*, *Solenoparia*, *Dorypyge*, *Anomocarella*, *Lorenzella* 等,这些三叶虫和世界性的球接子混生。根据球接子可以分为若干个化石带,几乎每一个球接子化石带都可以和西北欧瑞典、挪威等处的中寒武世球接子化石带相当。例如昆士兰西北部的中寒武统球接子自上而下可分为下列几段:(5) *Lejopyge laevigata*, (4) *Goniagnostus nathorsti*, (3) *Ptychagnostus punctuosus*, (2) *Ptychagnostus atavus*, (1) *Ptychagnostus gibbus*。这个球接子顺序和瑞典中寒武统(Westergaard, 1946)出现的球接子顺序是一样的,只有(2) *P. atavus* 和 (3) *P. punctuosus* 之间,瑞典还有一个 *Hypagnostus parvifrons* 带在昆士兰尚未见到。但(2)和(3)之间在昆士兰尚有一段地层。从这样多的华北型动物群与 *Xystridura* 和球接子等混生现象看来,它和我国过渡型动物群确实十分相似(见表1,我国中寒武统过渡型动物群)。晚寒武世动物群也表现出十分清楚的过渡性质,它含有以下三叶虫: *Eugonocare*, *Proceratopyge*, *Olenus*, *Idamea*, *Prosaukia*, *Sinosaukia*, *Saukia*, *Pagodia*, “*Quadraticephalus*”, *Tsinania*, *Kingstonia*, *Shirakiella*, *Haniwa*。后九属是华北类型的,前四属是东南型的。另外还有漂游的球接子,如 *Glyptagnostus*, *Pseudagnostus*, *Homagnostus*, *Lotagnostus*, *Clavagnostus* 等。

C. 东南型 纯粹的东南型动物群在澳大利亚不十分丰富,但代表它的地层例如昆士兰东部和新南威兰东部的“布里斯班片岩”(Brisbane schists)或叫做绿色岩系(greenstone series),一般都相信是属于寒武纪,因为它和维多利亚州的寒武系岩性相似。这一套片岩的厚度巨大,据推测竟有十哩之厚(Öpik, 1957, p. 246)化石极稀,在澳大利亚东南部找到一些化石,有如我国的珠江沉积区的八村岩系,有时亦夹有黑色页岩。看来它颇似我国东南区的珠江沉积带的产物,可能也是一套巨厚的复理石建造。另外,在靠近过渡区,可能也会有我国东南型江南沉积区的情况存在。例如在昆士兰西部芒特·艾萨(Mt. Isa)之南的布尔克河地区,中寒武世的动物群极似我国江南沉积区的情况,但晚寒武世则有一些分子是属于华北型的(*Liostracina*, *Drepanura*, *Stephanocare*, *Blackwelderia*)和北美型的(Öpik, 1961)。

澳大利亚寒武系的三个区,如果拿来和我国相接,就出现一个极有趣的现象:它的西部的华北型动物群,如果向北延伸的话,正好通过东南亚的华北型进入我国云南的华北型。这样就把澳大利亚西部和云南联系起来了。澳大利亚的过渡型和东南型也和我国东

南部的过渡型与东南型遥遥相对, 中间隔着印度尼西亚和菲律宾没有寒武系的发现。因此我国的过渡型与东南型如何与澳大利亚的过渡型与东南型接起来, 从大陆漂移说和板块构造说看来, 是一个极关重要的问题。本文作者认为整个澳大利亚的寒武系和我国的寒武系的关系是极为密切的, 寒武纪时期这两个大陆可能是相接的, 至少是相通的, 到了古生代以后, 澳大利亚才向南漂移。

(四) 南极洲

南极洲很早以前就已发现过寒武纪的古杯类 (Gordan, 1920; Hill, 1964), 但对于动物群分区来说, 古杯类所起的作用不大。最近在南极西部威得尔海 (Weddell Sea) 和东部罗斯海 (Ross Sea) 之间横贯南极大陆的五个地点发现了早寒武世及中寒武世的三叶虫 (Palmer & Gatehouse, 1972), 对于南极洲动物群的性质提供了重要资料。早及中寒武世的三叶虫共计有 10 个动物群小组 (faunules), 其中 8 个是从威得尔海湾内的科茨地东北的阿根廷岭一个地点芒特·斯班 (Mount Spann) 拾到的, 三叶虫是冰碛漂砾内寻获的; 另外有两个中寒武世动物群小组是分别在上述芒特·斯班之南的涅普邱尔岭 (Neptune Range) 及罗斯海湾内的哈罗伯德山脉 (Harold Byrd Mts.) 找到的。这几个动物群小组可归纳以下九个小组:

中寒 武世	$\left\{ \begin{array}{l} 9. \textit{Nelsonia schesis-Nelsonia, ?Sududella.} \\ 8. \textit{Solenopleura pruina-Solenopleura, ?Sududella.} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} 7. \textit{Schopfaspis granulosus-Schopfaspis, ?Pagetides, Liopeishania, Olenoides.} \\ 6. \textit{Amphoton oatesi-Amphoton, Chondranomocare, Trinepea, Kootenia, Peronopsis.} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} 5. \textit{Xystridura glacia-Xystridura.} \\ 4. \textit{Xystridura multilinia-Xystridura, Pagetia, Goldfieldia, Ptychoparioid.} \end{array} \right.$
早 寒 武世	$\left\{ \begin{array}{l} 3. \textit{Chorbusulina subdita-Chorbusulina, Bathyuriscellus} \\ 2. \textit{Chorbusulina wilkesi-Chorbusulina, Bathyuriscellus, Pensacola, Redlichia.} \\ 1. \textit{Australaspis magnus-Australaspis, ?Glabrella.} \end{array} \right.$

南极大陆距离南美洲的南端合恩角、非洲南端的好望角以及澳大利亚和新西兰都是比较靠近的, 其中特别是与南美洲更为接近。但是南极洲寒武纪的动物群究竟属于世界哪一个大洲的动物群, 或者是南极洲自己有它独特的动物群, 这是地质工作者和古生物工作者一向关心的问题。尤其是对于魏格纳的大陆漂移说以及近年来的板块构造说, 寒武纪的资料极其重要, 因为寒武纪是地球上动物大发展的第一个时期, 从动物群性质及其分布, 可以对大陆漂移说和板块构造说有关南极洲的部分提出佐证或反证。因为南大陆或冈瓦纳大陆包括现在的南美、非洲、印度、南极洲等陆块, 在大陆漂移以前应该如何拼凑才能最符合客观情况, 还有争论。

在上述第一动物群小组中, *Australaspis* 是 *Neoredlichidae* 科的一个属, 它与地中海西部早寒武世所产的 *Resserops* 和西伯利亚早寒武世所产的 *Bulaiaspis* 颇为相似; *Glabrella* 是西伯利亚南部常见的属。第二小组和第三小组中的 *Chorbusulina* 和 *Bathyuriscellus* 都

是西伯利亚早寒武世的属, *Pensacola* 为南极洲所独有, 但与西伯利亚早寒武世的 *Minussella* Repina (1966) 和 *Asiatella* Repina (1964) 两属极为接近。*Redlichia* 则属于东方动物群, 分布极为广泛, 从亚洲东部西延至中东地区, 向北与西伯利亚与西方动物群混生, 向南伸至澳大利亚。第 4, 5 两小组的 *Xystidura* 原产于澳大利亚中寒武统, 在我国除海南岛已有发现外 (孙云铸, 1963), 最近在甘肃西部北山地区亦有发现。在第 6 个小组中, *Amphoton* 是东亚、澳大利亚 (Öpik, 1961) 和西伯利亚 (Чернышева, 1961) 中寒武统中部常见的属, 常被作为带化石。*Chondranomocare* 则是西伯利亚的属。*Trinepea* 目前虽然只属于南极洲, 但和它有亲密关系的 *Nepea* 则为澳大利亚中寒武统上部的特产。此外, *Kootenia* 和 *Peronopsis* 分布比较广泛, 对于动物群分区, 无重大价值。在第 7 小组中, *Schoplaspis* 在我国西南区也有发现 (见本文图版 III, 图 9), *Liopeishania* 一属则是我国华北及东北南部张夏组特有的属。另外, *?Pagetides* 与真正的 *Pagetides* 有别, *Olenoides* 则时限较长, 从早寒武世到晚寒武世都有发现, 且分布广泛。第 8 和第 9 两个小组产西伯利亚中寒武统晚期的 *Sududella*。*Solenopleura* 也是中寒武世晚期的产物, 而 *Nelsonia* 则似为地方性的属。南极的 *Solenopleura pruina* 和贵州兴仁发现的 *Solenoplcurina xingrenensis* (本文图版 III, 图 14, 15) 也极为相似。

帕尔玛和加特豪士 (Gatehouse) 认为, 南极大陆几乎所有的早寒武世和中寒武世的三叶虫动物群都是与澳大利亚、中国、西伯利亚有密切关系的, 而没有任何一个上述的动物群小组与南美洲及北美洲的动物群有任何重要关系。我们认为, 南极大陆的早寒武世和中寒武世动物群是属于东方动物群类型的, 这个动物群由东亚向南延伸经过澳大利亚而与南极洲相通 (参阅图 4, 5)。前面已经说过, 东方动物群还可以分为三个类型: (1) 华北型、(2) 东南型和 (3) 过渡型。如果我们再进一步分析南极洲的寒武系动物群, 我们大致可以得到这样一个印象, 即早寒武世和中寒武世基本上属于华北型的, 如 *Neoredlichidae* 科的 *Australaspis*, *Redlichidae* 科的 *Redlichia*, *Protolenidae* 科的 *Chorbusulina*, 中寒武世 *Dolichometopidae* 科的 *Amphoton*, *Anomocaridae* 科的 *Chondranomocare*, *Nepeidae* 科的 *Trinepea* 等, 其动物群性质或则与我国华北型的动物群有共同的属, 如 *Redlichia*, *Amphoton*, *Liopeishania*, 或则与华北型动物群的分子有密切的关系, 如 *Australaspis*, *Chorbusulina*, *Chondranomocare* 等, 比较特殊的是中寒武世早期的 *Xystidura* 在南极洲的出现, 这个属可归于 *Paradoxididae* 科, 但这个属只有在澳大利亚过渡型和我国海南岛和甘肃北山的东南型动物群中找到, 而从未在西方中寒武世 *Paradoxides* 动物群找到, 因此, *Xystidura* 应属于东方动物群, 而是与西方动物群中的 *Paradoxides* 或相类似的属平行发展的。从岩石性质而言, 虽然大部分三叶虫都是从冰碛漂砾中获得的, 其具体地层层序无法了解, 但从含有古杯类的地层顺序看来, 南极洲寒武纪的岩石主要有红色石英粒的砾岩, 红色碎屑岩, 厚层的、薄层的、鲕状的、豆状的、结核状的石灰岩, 暗色泥岩, 粗砂岩, 页岩, 砂岩等, 这些岩石有些和我国华北区的中寒武统和下寒武统相似, 有些则和扬子区的中寒武统和下寒武统相似, 而未见有我国东南型含有石煤、高炭质页岩或黑色石灰岩相似的岩石。因此, 南极洲早及中寒武世的沉积环境, 大体上应该和我国华北区和扬子区相同, 而不同于东南区。据报导 (Palmer & Gatehouse, 1972) 南极洲也有晚寒武世三叶虫的发现, 但尚在研究中, 其性质如何, 有待于将来分析。

(五) 北美阿拉斯加

阿拉斯加在北美洲的西北角。因此该处的寒武纪动物群究竟属于西方动物群还是属于东方动物群,是一个极有兴趣的问题。近年来,在阿拉斯加与加拿大西部接壤的育空河区域内,发现了东方动物群和西方动物群混生现象 (Palmer, 1968)。我们认为:这种现象不是偶然的,而是阿拉斯加地处含西方动物群的北美西北部,同时又与含东、西方混合型的亚洲东北部邻近的关系。在西方动物群中,它既含有标准的北美型兼有欧洲的大西洋型;在东方动物群中,它含标准的东南型,也有典型的华北型的分子。为了节省篇幅,有关西方动物群中的分子(北美型和大西洋型)以及有关西伯利亚寒武纪的混合型动物群,这里不提,我们只择要把和我国有关的一部分三叶虫作一分析。例如在下寒武统中,阿拉斯加就有我国黔东北、鄂西、豫西常见的 *Neocobboldia* 及其它地区常见的 *Kootenia*。中寒武统有 *Dorypyge*, *Prohedinia*, *Peronopsis*, *Ptychagnostus*, *Lejopyge* 等,上寒武统除一些球接子如 *Pseudagnostus*, *Homagnostus*, *Lotagnostus*, *Glyptagnostus* 等之外,还有: *Hedinaspis*, *Yuepingia*, *Proceratopyge cf. chihsiensis*, *P. (Lopnorites) rectispinatus*, 另外还有华北及朝鲜产的 *Chuangiella* 以及朝鲜产的 *Iwayaspis*。此外,过去认为中寒武统的 *Corynexochus*, 在澳大利亚 (Öpik, 1967) 和我国湘西北桑植及浙江西部的上寒武统的下部都找到。阿拉斯加的寒武纪动物群有那么多我国特征的属种,这样会不会有一个海洋条带从我国东南经朝鲜半岛南部沿太平洋西北边缘通到阿拉斯加育空地区,在该地区并接受西方动物群以及接受从西伯利亚北部过来的动物群,三者混合成一个中间型动物群。这个问题,我们认为是一个可以考虑的问题。

七、寒武纪动物群的分布与大陆漂移说

最后,根据东方动物群在东亚、南亚、东南亚、澳大利亚和南极洲的分布,以及西方动物群在欧洲、南北美洲的分布,再加上东西方混合的中间型在世界各地的分布,来讨论一下魏格纳的大陆漂移说和板块构造说也是极其有趣的。如果我们把全球各大陆的寒武纪动物群分布区(即图 4)按照大陆漂移说拼凑起来,成为一块联合古陆或泛大陆(图 7),我们立刻可以得到这样一种强烈的印象:在寒武纪时期,这个联合古陆的东部(即东亚、东南亚、南亚、澳大利亚和南极洲)为东方动物群所占有,在联合古陆的边缘靠近“泛大洋”成为一个海水侵入的条带,这个条带有些地方与“泛大洋”的海水相通。这个掺有东方动物群的海洋条带,我们可以叫它为东方古海洋条带。与它遥遥相对的是,北美、南美、西欧、西北欧形成的另一个西方动物群所占有的海洋条带,我们命名为西方古海洋条带,它与“泛大洋”相通。这二个古海洋条带的海水,都沿着低洼地区向联合大陆的中心部分入侵,东方古海洋条带沿喜马拉雅通向地中海,西方古海洋条带向斯堪的纳维亚、欧洲西部、美国东部入侵,并向南入侵南美洲。在东方海洋条带与西方海洋条带之间,即西伯利亚、北非洲、地中海、中东、南欧等地,这两个动物群在一片广大的浅海中相互混杂,成为混合动物群或成为中间动物群,这就是我们对于全世界寒武纪三叶虫类型动物群分布的解释。至于为什么

会形成东方动物群与西方动物群,这个问题是比较复杂的。第一,寒武纪动物群的发生必定与前寒武纪的动物群有密切关系,而到目前为止,前寒武纪动物群化石极少,不足以作为推断寒武纪东方和西方两大动物群形成的根据。第二,目前地球上还有许多地区寒武纪动物群情况不明了,如南美和非洲大部分地区以及喜马拉雅的许多地区。因此还需要进行大量工作,才能作比较深入的分析。从目前仅有的资料看来,东方动物群在联合大陆的东部自成一条带,西方动物群在联合大陆的西部自成一条带,虽然各有其特色,但总的来说却仍然有其一致性的。它们既有共同的地方,也有它们各自特殊的地方,两大动物群的发展是有其平行性的。因此它们虽然在地区上的分布有所不同,然而在每一个时代却都有它的平行同形 (Parallel homeomorphy) 的动物群存在。

从寒武纪各种类型的动物群在联合古陆上的分布看来,南极洲和澳大利亚与亚洲相接通是很显著的;同时西欧、西北欧和北美的关系也是很密切的。因此,我们认为,在寒武纪时期,有一个联合古陆的存在是可以理解的。这点对于魏格纳的大陆漂移说是有帮助的。但是近年来有许多古生物工作者和地质工作者包括地球物理工作者 (Kay, Dewey 等, 1970; T. Wilson, 1966) 把板块构造用于区分动物群,我们认为,这是错误的。它和用陆障或地轴以及生物-大地构造等理论来解释动物群的分区如出一辙,同样都是强调大地构造,而忽视生物本身的结构与环境适应性的关系和各种环境对于生物分布的影响。大地构造对于生物群的分布可以起一定的作用,但仅仅是影响生物群分布的因素中的一个因素,而不是最主要因素,更不是唯一的因素。

八、我国东南型和华北型的一些三叶虫

我国东南型和华北型的寒武纪三叶虫总数在一千种以上,这里我们只选择其中比较常见和比较有代表性的三十多个种加以描述,内有几个新属和新种。过渡类型的属种包括在东南类型或华北类型中,不另分出。如前几节所述,过渡类型的三叶虫除少数地方性的以外,主要是东南型和华北型在一个地区在地层上相互交错出现或者是在一个单层中混合共生。因此没有必要把过渡型的单独划出。

在东南类型中,我们选择一些球接子类,如 *Lotagnostus*, *Hypagnostus*, *Ptychagnostus* (*Goniagnostus*), *Lejopyge*, *Aspidagnostus*, *Oidalagnostus*, *Ovalagnostus*, *Pseudoglyptagnostus*, *Sulcagnostus* 作为代表,其中除 *Pseudoglyptagnostus* 一属外,其他各属都是东方动物群中我国东南类型和西方动物群中大西洋类型共有的属,这点说明它们大部分是全球性的。另外还有许多没有记载在本文中的属种(见《中国的三叶虫》,上册,17—52页),绝大部分也是全球性的。

在非球接子三叶虫中, *Olenus* 一属在西方动物群的大西洋型中是主要的属,但本文记载的 *O. sinensis* 与一般大西洋型的种是有区别的,而与东方动物群中朝鲜半岛南部过渡型区域内所产的 *Olenus asiaticus* 较为接近,它们之间的关系在描述 *O. sinensis* 时,再加以讨论。

东南型中其他各属如 *Hedinaspis*, *Shengia*, *Paradamesops*¹⁾, *Onchonotina*, *Promacropyge*,

1) *Paradamesops* 是杨家騤同志命名的新属,本文将其属型种及此属的特征加以记述,并加入在新疆发现的标本。

Proceratopyge, *Jegorovaia* 都是普遍分布在我国东南区江南沉积带, 西北区(新疆东天山库鲁克区、甘肃北山区)和云南西部潞西(芒市)一带。此外, 在东南区的珠江沉积带中也常有 *Hedinaspis*, *Onchonotina* 等的发现。

在华北型的三叶虫中, *Duotingia* 和 *Protoryctocephalus* 两属是代表早寒武世较原始的和分类演化上过渡的类型。*Chuchiaspis* 和 *Panxinella* 两属是用以表示它们与北美型中 *Zacanthoididae* 科内一些属平行发展的关系。扬子沉积区的 *Schopfaspis similis* 和 *Solenopleura xingrenensis* 两种与南极洲所产的 *Schopfaspis* 和 *Solenopleura pruina* 类似, 前两种在我国扬子区的发现, 再结合南极发现 *Redlichia*, *Liopeishania* 等东方动物群特有的三叶虫, 意味着我国华北类型的三叶虫与南极有密切的关系。*Liaoningaspis*, *Saukia* 是典型的华北类型, 它们在四川丰都和湖北恩施一带的发现, 说明在扬子沉积区的边缘地带, 晚寒武世的海水是正常的, 三叶虫类和其他动物(如头足类)可以生活。在同一个地区发现的还有 *Enshia* 和 *Fengduia*, 前者和华北类型的 *Maladioides* 或北美型的 *Dunderbergia* 相似, 后者和华北类型的 *Blackwelderia* 极为接近, 因此也都是属于华北类型的。

特别令人感兴趣的是在安徽南部泾县一带发现的华北类型的晚寒武世三叶虫 *Saukia*, *Prosaukia*, *Calvinella* 等属, 产这些三叶虫的地区是位于“泾县-至德线”(钱义元等, 1964, 37 页)之内, 即本文所称的“过渡区”。

下面我们把东南类型和华北类型的一些三叶虫分别描述, 图版 I 和图版 II 是东南类型的, 图版 III 和图版 IV 是华北类型的。

(一) 东南类型的三叶虫

球接子科 Family Agnostidae M'Coy, 1849

球接子亚科 Subfamily Agnostinae M'Coy, 1849

花球接子属 Genus *Lotagnostus* Whitehouse, 1936

斑点花球接子 *Lotagnostus punctatus* Lu

(图版 I, 图 1)

1964, *Lotagnostus punctatus* Lu, 华南区标准化石手册。33 页, 图版 5, 图 5。

头鞍长, 约占头部的 $5/7$, 分三叶: 前叶节近似五边形, 前端向前尖楔, 约为头鞍长度的 $1/3$, 后部为深而向后微弯曲的头鞍横沟与头鞍后叶分开; 基底叶大, 作三角形。颊部有很多不规则的放射形线纹和不连续的与头鞍交切的细沟。边缘窄。

胸部具有两个胸节。中轴与头鞍的基底宽度相似, 为一对后斜的侧沟分为三部, 肋部约为中轴宽度的 $1/3$ 。

尾部亚椭圆形, 后部圆。中轴平缓凸起, 比较短, 约为尾部长度的 $3/4$, 横分三节: 第一个轴节和第二个轴节的长度略相似, 具有一个纵长的中疣, 第三个轴节为一对纵沟平均分为三部, 这对纵沟由两行长形的小陷坑组成。肋部壳面具有密集的、大小不同的斑点。边缘沟浅而宽。边缘窄, 有一对短小的后侧刺。

比较 本种头部和尾部的外形以及较大的头鞍基底叶, 与 *Lotagnostus asiaticus* Troedsson

son (1937, 25 页, 图版 I, 图 10a—10b, 11—16) 极为相似。但是, 本种头鞍之前的中沟极不明显, 尾轴较短, 尾轴末节的纵沟中有两列小陷孔, 在肋部具有许多斑点, 而在 *L. asiaticus* 一种中, 肋部光滑或成网状。本种与属型种 *L. triseptus* Salter (Lake, 1906, p. 10, figs. 15, 16; Westergård, 1922, p. 117, pl. 1, figs. 11, 12) 的头部颇相似, 但 *L. triseptus* 的头鞍之前的中沟明显, 头鞍基底叶较小较短。*L. triseptus* 的尾部与本种的区别是, 中轴不均衡地纵分为三等分, 而且中心部分极窄, 两侧较宽; 末节中心部分的两侧都是一条纵沟, 而在 *L. punctatus* 却不是纵沟, 而是两行小陷孔; 肋叶上的饰纹在 *L. triseptus* 是短沟或密集的小坑联成的、作放射状的短沟, 而在 *L. punctatus* 则主要是小坑, 各坑极少联成小沟。本种与西伯利亚晚寒武世所产的 *Lotagnostus grandis* Lermontova (Чернышева, 1960, 61 页, 图版 2, 图 16, 17) 比较, 后者的头鞍前缘较圆润, 尾部的中轴较长较宽, 边缘较宽, 肋部较窄, 头部的颊部和尾部的肋部都没有显著的小坑或小沟。

产地层位 浙江常山西阳山上寒武统上部西阳山组 (GC23)。

方球接子亚科 Subfamily Quadragnostinae Howell, 1955

隐球接子属 Genus *Hypagnostus* Jaekel, 1909

剑形隐球接子 *Hypagnostus lanceolatus* Lu

(图版 I, 图 2)

1964, *Hypagnostus lanceolatus* Lu, 华南区标准化石手册, 29 页, 图版 III, 图 9。

虫体小。头鞍较其他隐球接子略长, 约占头长的 1/2, 前中部有一长的中疣, 除一对极小的三角形基底叶外, 头鞍后半部的两侧大致平行, 前半部则向前收缩变窄成锥形。尾轴窄, 轴长约为尾部的 2/3, 分节不显著, 前中部有一个明显突起的中疣, 背沟从后半部开始向后收缩, 成剑尖形。尾部后缘平直。头部及尾部的边缘均极窄。

比较 在 *Hypagnostus* 一属中, 与本种比较接近的是 *H. denticulatus* Westergård (1946, 49 页, 图版 V, 图 30—33), 但后一种的头鞍前端较圆润或平切, 基底叶也较大, 尾部中轴较宽, 分节明显。本种的尾部中轴和 *H. brevifrons* (Angelin) (Westergård, 1946, 48 页, 图版 V, 图 24—29) 的颇相似, 分节都不明显, 但后一种的中轴末端圆润而不作剑尖形, 中轴的中疣靠中部而不靠前部, 尾部边缘较宽。头部差别更大, *H. brevifrons* 的头鞍由后向前逐步收缩, 前端较圆润, 基部较宽, 基底叶较大, 头部的外形也较短。

产地层位 浙江江山大陈东北五里中寒武统杨柳岗组 (CB 157)。

褶纹球接子亚科 Subfamily Ptychagnostinae Kobayashi, 1939

褶纹球接子属 Genus *Ptychagnostus* Jaekel, 1909

棱角球接子亚属 Subgenus *Goniagnostus* Howell, 1935

长刺棱角球接子比较种 *Ptychagnostus (Goniagnostus) longispinus* Pokrovskaja

(图版 I, 图 12, 13)

1958, *Goniagnostus longispinus* Pokrovskaja, Труды. Геол. ИНСТ. АН СССР, В. 16, 67 页, 图版 V, 图 1—8.

头鞍宽, 前叶三角形, 后叶有一对头鞍沟向内平伸然后急剧后弯成直角。头鞍之前的中沟明显。颊叶有不规则放射状线沟和斑点。尾部中轴逐步向后尖, 分三节, 中间一节有一个长的中疣, 后一节长, 有一条横沟分为前后二部, 后部短, 作三角形。肋部有细的斑点。尾刺长。

比较 我们的标本与帕克拉夫斯卡娅 (Pokrovskaja) 的标本极为相似, 唯一的区别为尾部中轴最后一节有一条横沟分为前、后二部, 而帕克拉夫斯卡娅的标本则无此横沟。我们的标本和 *Goniagnostus longispinus* var. *latirhachis* Pokrovskaja (Покровская, 1958, 70 页, 图版 V, 图 9—12) 比较, 后者的尾部中轴显然较宽, 最后一节没有横沟。

产地层位 浙江江山大陈东北五里中寒武统杨柳岗组 (CB 157)。

光尾球接子属 Genus *Lejopyge* Corda, 1847

刺平滑光尾球接子 *Lejopyge laevigata armata* (Linnarsson)

(图版 I, 图 11)

1946, *Lejopyge laevigata armata* Westergård, Sveriges Geol. Unders., Ser. C, No. 477, 89 页, 图版 XIII, 图 28—36。

头部接近于圆形。头鞍短而不明显, 仅两侧背沟呈现, 宽度约为头部基底宽度的三分之一略强, 有一小中疣。基底叶小而明显。边缘极窄。颊部后侧有一对小刺。尾部长, 中轴短, 前端约占尾宽的三分之一, 向后收缩, 后部的外形不显。边缘较头部的边缘宽, 有一对位于后侧的后侧刺。

产地层位 浙江江山大陈东北五里中寒武统杨柳岗组 (CB 157)。

盾球接子亚科 Subfamily *Aspidagnostinae* Pokrovskaja, 1960

盾球接子属 *Aspidagnostus* Whitehouse, 1936, emend. Palmer, 1962

有关这个属的定义, 帕尔玛 (1962, F-44 页) 和欧彼克 (1967, 115—118 页) 都作了补充和修正, 新疆天山东部上寒武统突尔沙克塔格群所产的 *Rhaptagnostus acutifrons* Troedsson (Troedsson, 1937, 22 页, 图版 I, 图 9), 曾被改置于 *Aspidagnostus* 一属之内 (Kobayashi, 1939, 164 页; 卢衍豪, 1957, 260 页; 卢衍豪等, 1965, 19 页), 但 *acutifrons* 的特征和帕尔玛及欧彼克修改后的 *Aspidagnostus* 新定义不符。因此不能置于 *Aspidagnostus* 一属之内。据屈德森 (Troedsson) 记载, 这个种的头鞍不分节, 尾部中轴前节之后有两排小突起 (每排数目 7—8 个), 两排小突起之间有一条纵沟, 两排突起的外部没有沟。这种构造和许多球接子不同, 但据屈德森观察, 标本的外皮已脱落, 因此真实的外壳构造不能得知。看来, 这个种的属的位置很难确定, 虽然有属于 *Pseudagnostus* 的可能, 但尚有待进一步的研究和有更多标本的发现。下节所记载的 *Aspidagnostus chekiangensis* 具有 *Aspidagnostus* 新定义的特征, 与天山所产的 *acutifrons* 完全不同。

浙江盾球接子 *Aspidagnostus chekiangensis* Lu (新种)

(图版 I, 图 3, 4)

头部外形次圆形, 前端向前突出一尖角, 头鞍窄宽度约为一个颊部宽度的 1/2, 长度

与头部长度之比约为 1.3:2, 中部两侧平行, 前部向前急剧收缩成剑状, 基底叶大, 成等边三角形, 在头鞍后部联接成窄带状。头鞍不分节, 中部有一个相当粗大的长疣。颊部平, 在头鞍之前有一条和背沟同等深度的中沟, 直达边缘沟, 颊部壳面有稀疏分布的小坑, 有的作十字形或星形。边缘窄而明显, 向后徐徐变窄; 边缘沟窄而深, 后侧翼大, 纵长度稍小于头鞍基底叶的长度。

胸部中轴的宽度与头鞍基部相等; 第一节有一对沟先在前半部隔出一条极窄中叶, 此沟然后突然向后扩张使中叶的后部成一个顶窄底宽的梯形; 两个侧叶前宽后窄。第二个轴节与第一个轴节不同, 中叶大而侧叶小, 中叶作梯形, 侧叶作三角形, 肋节的肋沟向外平伸。

尾部次方形。中轴分四节。第一节由一对斜沟从中轴分出一对三角形的侧叶。第二节两侧收缩, 由一对弯曲的分节沟与第三节分开, 中部有一个极长极大(占轴节宽度的一半)的中疣自前端后伸至第二节末端。第三节两侧外突成钝角, 分成左右两叶, 后部有一个圆形中疣。第四节作长而窄的三角形, 直伸至尾部边缘沟。肋节前窄后宽, 壳面具有稀疏分布的小坑, 有的作十字形或星形。边缘由前向后扩大, 在尾部中轴之后最宽并隆起成为一对次圆形的小疣, 两疣之间有一中沟相隔。在两个小疣之后的两侧刺之间有一条低陷的环带, 其中部向后伸出一边缘刺。

比较 *Aspidagnostus* 分布在我国、澳大利亚及北美。本种与属型种 *A. parvatus* Whitehouse (1936, 105 页, 图版 9, 图 5, 头部, 不是尾部, 图 6) 比较, 属型种的颊部有不规则放射状短沟, 头鞍向前扩大, 前端成尖角。本种的头部颊部和尾部肋叶壳面上均有小坑, 因此与壳面光滑的北美所产的 *Aspidagnostus laevis* Palmer (1962, F-15 页, 图版 1, 图 20—22) 和澳大利亚所产的 *Aspidagnostus inquilinus* Öpik (1967, 120 页, 图版 41, 图 11; 图版 45, 图 1; 图版 56, 图 1—10; 插图 31—33) 不同。本种与北美所产的 *Aspidagnostus rugosus* Palmer (1962, F-15 页, 图版 1, 图 24—30) 的区别为 *rugosus* 的头鞍较短较宽, 前端尖角成直角而不成锐角, 尾部中轴较宽, 第四个轴节不作长而窄的三角形, 而作等边三角形。本种的头鞍外形和头部尾部壳面上的小坑和星形小坑与澳大利亚所产的 *Aspidagnostus stictus* Öpik (1967, 118 页, 图版 55, 图 10—15; 插图 29) 极为相似, 但 *stictus* 的头鞍较宽较长, 尾部中轴第四节较宽较短。

产地层位 浙江常山五里亭天马山北坡及常山西阳山上寒武统下部华严寺组(GC3b, GC 7)。

双分球接子科 Family *Diplagnostidae* Whitehouse, 1936

肿球接子亚科 *Oidalagnostinae* Öpik, 1967

肿球接子属 Genus *Oidalagnostus* Westergård, 1946

讨论 魏斯塔加 (Westergård, 1946, 65 页) 在建立此属时, 未给予本属明确的定义, 仅将本属与 *Diplagnostus* 和 *Linguagnostus* 两属作比较。卢衍豪等 (1965, 24 页) 在《中国的三叶虫》一书中, 曾给予本属一个明确的定义。本属在初建时, 只有属型种一个种即 *O. trispinifer* (Westergård, 1946, 65 页, 图版 9, 图 4—7), 另外有一个可疑的种 *O. (?) dubius* (Westergård, 1946, 67 页, 图版 9, 图 8a, b)。卢衍豪在《华南区标准化石手册》中

(1964, 30 页, 图版 3, 图 11) 记载浙江西部一个新种 *O. changi*, 看来, *O. changi* 与属型种 *O. trispinifer* 差别较大, 不能归属 *Oidalagnostus* 之内。因此, 本文中即以 *O. changi* 为属型建立一新属, 取名为 *Ovalagnostus*。

在 *Oidalagnostus* 属型的标本中, 头部边缘的中部已破损, 有无一条小刺不得而知。本文记述的新种 *O. tienshanicus* 的头部边缘有一条明显的中刺。

天山肿球接子 *Oidalagnostus tienshanicus* Lu (新种)

(图版 1, 图 5—7)

头部凸度中等, 外形作次方形, 后侧部微收缩。头鞍长方形, 长度稍大于头部全长的 $2/3$ 。头鞍前叶短而宽, 宽度几乎为长度的 2 倍, 前端微向前拱曲, 后缘为一条明显的分节沟; 头鞍后叶有两对短而微弱的侧沟, 中疣窄长, 位于与前一对侧沟的中心部分。基底叶大, 作次等边三角形。在头鞍之后成一极窄的脊线相互衔接。颊部为一弱的中沟分为左右二叶, 颊面有分布不甚密集的小坑和短沟, 在靠近背沟处这些小坑和小沟消失。边缘极窄, 前端有一条三角形尖刺; 边缘沟宽而浅, 向后侧变窄。

尾部的凸度与头部相同, 作次方形, 后侧徐徐收缩。背沟在中轴的前部明显, 在假叶节则不能察见。中轴的第一节短而宽, 宽度约为长度的 3 倍, 关节半环沟深而宽, 与中轴第二节的分界沟浅。中轴第二节稍长, 宽度约为其本身长度的二倍, 具一个长而大的中疣, 此疣的前端伸入第一个轴节的后部, 后端止于第二轴节与第三轴节的浅的分界沟。中轴第三个轴节短, 其长度大致与第一个轴节相等而小于第二个轴节, 有一对浅的向内倾斜的背沟与尾部的假叶节 (pseudo-lobe) 分开, 中部有一圆形大疣, 但与第二个轴节的长疣不相接。第一、第二和第三个轴节的两侧都各有一对小疣。假叶节分为两个部分, 即前侧部及中后部。前侧部由两对侧叶组成, 内部一对较小, 外部一对较大, 两者之间有明显的斜沟分隔, 外部一对靠近外侧各有一个小坑。假叶节的中后部为一宽大的枕状隆起, 其后缘平直。肋叶上有为数不多、疏松分布的小坑和短沟。边缘在尾部的两侧较窄, 在后部突然变宽, 成为一对饺子形的隆起横列假叶节之后, 在饺形隆起与后中刺之间为一个三角凹坑。尾部具三条刺, 除中刺之外尚有一对侧刺。边缘沟在后侧部极宽。

比较 本种与属型 *O. trispinifer* (Westergård, 1946, 65 页, 图版 9, 图 4—7) 的主要区别为: (1) 头鞍较长较窄, 中疣位置较靠前, 头部外形较长; (2) 尾部第二轴节的中疣不伸至关节沟, 仅伸至第一轴节的后部; (3) 尾部边缘中后部的饺形突起水平横排甚至微向前拱曲, 而属型种则向后拱曲。

产地层位 新疆东天山库鲁克区莫呼尔山北段中寒武统莫呼尔山群中上部(SKS057)。

卵形球接子属 Genus *Ovalagnostus* Lu (新属)

定义 头部和尾部外形作次卵形, 或抛物线形。头鞍次长方形, 前端圆润, 前叶节长度与宽度大致相等或宽度稍大于长度, 与后叶节的分节沟非常明显, 后叶节的前中部有一窄而长的中疣, 基底叶大, 作次等边三角形, 在头鞍中后端相衔接成一窄线。颊部前窄后宽, 有一极浅的前中沟分为两部。边缘极窄, 凸起, 边缘沟极宽, 向后变窄。胸部中轴前窄后宽, 为一对斜沟分为左、中、右三叶, 中叶小; 肋节的肋沟宽而平。尾部中轴宽而长, 直伸

至后边缘,分四节:前一节短;第二节稍长;第三节亦短,两侧有一对小侧叶;第四节最长,较前三节稍宽。在第二节中部有一长脊,其前端伸入第一节之后,第三节上亦有一中疣。肋部前宽后窄,边缘两侧极窄,在中轴后部突然变宽,有一对隆起作横向排列的纺锤状突起,后侧及后缘有三条小刺,边缘沟极宽。头部的颊部和尾部的肋叶有短沟或小坑。

属型 *Oidalagnostus changi* Lu, 1964

讨论 本新属与 *Oidalagnostus* Westergård (1946) 极相似,主要区别为头部外形作卵形而不作次方形,尾部没有极为膨大的假叶节,换言之,肋部没有一对斜沟而只有一对与中轴分开的大致平行的背沟。本属的尾部中轴的外形和 *Connagnostus* Öpik (1967, 130 页)有些相似,都比较宽并向后直伸至边缘沟,但 *Connagnostus* 的整个构造则完全不同,中轴只有 3 节,后边缘没有一对突起,只有两条尾刺。

可归入本属的除属型外,有澳大利亚中寒武世晚期 *Lejopyge laevigata* II 带所产的 *Oidalagnostus personatus* Öpik (1967, 136 页, 图版 54, 图 7-9)。

时代分布 我国浙江,澳大利亚中寒武世。

张氏卵形球接子 *Ovalagnostus changi* (Lu)

(图版 I, 图 8)

1964, *Oidalagnostus changi* Lu, 华南区标准化石手册, 30 页, 图版 3, 图 11。

1965, *Oidalagnostus changi* Lu, 中国的三叶虫, 24 页, 图版 1; 图 26。

头部外形次卵形,长度稍大于宽度,凸度平缓,头鞍次长方形,凸度中等,长度约为头部全长的 2/3,分两叶:前叶宽度稍大于长度,前端圆润,长度约为头鞍全长的 1/4,与后叶分界的横沟浅而宽。后叶中部有一窄而长的中疣,长为后叶长度之半,位置在前部,前端紧靠分节沟,基底叶大,次等边三角形。颊部后宽前窄,有一极浅的中沟,颊面有疏松分布的极浅的短沟,相联成网纹。边缘窄,在头部前方稍宽,愈向后部愈窄;边缘沟极宽,沟底平,向后徐徐变窄,在头部的前方的宽度约占头鞍之前颊部宽度的一半。

胸部两节,中轴宽度相当于头鞍基部(包括基底叶)的宽度。第一节中轴前窄后宽成梯形,有一对中沟分为三叶,中叶较侧叶小。第二节中轴长方形,有一对向后向内倾斜的沟分为三叶,中叶作次三角形,较侧叶小,肋节的肋沟宽而平。

尾部次卵形或作抛物线形,平缓凸起。中轴长而宽,向后直伸至轴后隆起的横脊,在第四节最宽处的宽度为尾部最宽处(在前侧方)宽度的一半。关节沟直,深而明显,关节半环中部宽两侧窄,第一个轴节极短,与第二个轴节之间的分节沟极浅,向内微向前倾斜,有一中疣。第二个轴节长,长度稍小于宽度,中疣大而长,前端突入第一个轴节的后缘。第三个轴节短,两侧向后微扩大。有一对向后向内斜的浅沟分侧部成一对小的侧叶,中疣大,极明显。第四个轴节次方形,宽度略大于长度。尾部边缘极窄,在两侧刺之间有一条波形横脊横贯尾部后部,这条横脊在中轴之后突起成一对饺子形相互衔接的疣形物,在疣形物之后为一凹陷区。边缘沟极宽,由后向前极缓慢的变窄。沟底平坦。肋部前宽后窄,壳面有浅沟相联成网纹。

比较 本种与 *O. personatus* (Öpik, 1967, 136 页, 图版 54, 图 7-9; 插图 39) 的区别,为头部及头鞍均较长,头鞍前叶与后叶的分节沟直,而 *personatus* 的分节沟向前拱

曲, 尾部的外形和中轴较 *personnatus* 为长, 边缘沟较宽, 肋部较窄, 有网形小沟, 而 *personnatus* 则为小坑。

产地层位 浙江江山中寒武统杨柳岗组 (GC 53)。

雕球接子科 *Glyptagnostidae* Whitehouse, 1936

假雕球接子属 *Genus Pseudoglyptagnostus* Lu, 1964

定义 头鞍分三节, 前一节明显, 并具有一纵沟, 第二节短, 中疣长。基底叶中等大小, 作三角形。头鞍前的中沟明显, 两侧各具有两个小叶体。尾部中轴长, 几乎伸达后边缘, 分三节, 前节短小; 第二节稍长, 有一个大而长的中疣; 第三节特别膨大, 作椭圆形, 中部具二行纵列的小陷孔, 纵分第三节中轴为三部分。头部和尾部的边缘均窄, 壳面均具不规则的放射形小沟。

属型 *Pseudoglyptagnostus clavatus* Lu, 1964

讨论 本属与雕球接子 *Glyptagnostus* Whitehouse (1936) 较为接近, 特别是这两个属的头部, 如果不附着尾部, 区别极为困难。本属尾部中轴第三节椭圆形, 后端圆润, 而 *Glyptagnostus* 中轴第三节成三角形, 后端成锐角尖出。本属中轴第三节中部有两排纵向排列的小陷孔, *Glyptagnostus* 则没有这种小陷孔, 而有一条横沟或凹陷。本属尾部第三节纵向排列的两行小陷孔和本文记载的 *Lotagnostus punctatus* 以及 *Pseudagnostus cyclopygeformis* (Sun) (孙云铸, 1924, 26 页, 图版 2, 图 1a—b) 相似, 但其他构造极不相同。例如 *L. punctatus* 的尾部中轴第三节不作椭圆形, 而作柱锥形 (即前部两侧平行, 后部尖圆)。肋部饰物主要为小坑, 极少小沟, 而本属的肋部绝大部分是小沟。*Pseudagnostus cyclopygeformis* 的尾部中轴向后强烈扩张, 肋部没有小沟的饰纹。

时代分布 浙江西部晚寒武世早期。

棒形假雕球接子 *Pseudoglyptagnostus clavatus* Lu

(图版 1, 图 9)

1964, *Pseudoglyptagnostus clavatus* Lu, 华南区标准化石手册, 32 页, 图版 4, 图 7。

头鞍长度约为头部全长的 $2/3$ 强, 由左至右的凸度中等, 由前至后凸度不显著, 仅仅在末端下斜较急。头鞍分三节: 前一节比第二节稍长, 本身的长度稍小于宽度, 前端有一条短的中沟, 其长度只有第一节长度的 $1/4$ 。前一节和第二节之间的分节沟两侧较深, 向中部变浅并向前方微拱曲。第二节长方形, 宽度约为长度的 2.5 倍, 与第三节之间的分节沟极短, 只在两侧呈现, 中部有一个长的中疣, 它由第二节向后伸入第三节。第三节的长度约为第一和第二两节长度之和, 基底叶作长的三角形, 在第三节的后部, 两个基底叶相接成一条窄带。颊部有两种饰纹: 一种是在头鞍后叶中部相对的外侧开始, 向前围绕头鞍的许多浅沟, 这种浅沟在头鞍之前的, 划分颊部为两对小叶, 作放射状排列, 在头鞍两侧的, 有两对半圆形小沟一前一后排列, 其中还有几条小沟。另一种小沟靠近头部边缘作放射状排列, 长短不等, 不甚规则, 每侧都有 25—30 条, 头鞍前的中沟相当清楚。头部的边缘很窄, 宽度均匀。

胸部的中轴稍宽于肋部, 有一对向后外斜的斜沟分中轴为三叶: 中叶宽, 梯形, 两侧

叶小。肋节的肋沟向后拱曲, 分为一个小的前肋节和一个宽的后肋节; 肋刺向前弯曲。

尾部的中轴的前两节窄, 后一节宽, 成大棒状, 种名即由此而来。前一对分节沟向前向内倾斜, 分中轴的前一节成为一对三角形小侧叶; 中轴第二节稍长, 有一长的中疣, 自第一节开始通过第二节中心部分, 末端突入第三节的最前端。第三个叶节之长约为第一、第二两个叶节长度总和的 2 倍, 作长的次椭圆形, 有两行小疣(每行 7 个), 纵分此节为等分的左、中、右三部。肋部的饰纹有两种: 靠近中轴的多数成小坑, 极少成小沟, 每侧数目约 13—15 个, 靠近边缘部分的多数成小沟, 少数成小坑, 每侧数目 30 余条。边缘极窄, 宽度均匀, 两侧有一对小的边缘刺。

产地层位 浙江常山西阳山上寒武统下部华严寺组(GC 14)。

假球接子亚科 Subfamily Pseudagnostinae Whitehouse, 1936

沟畦球接子属 Genus *Sulcatagnostus* Kobayashi, 1937

库鲁克山沟畦球接子 *Sulcatagnostus quruqensis* Lu (新种)

(图版 I, 图 10)

头部及尾部外形均作抛物线形。头鞍向前轻微收缩, 前端圆润, 前叶与后叶之间的横沟浅, 后叶有一个长的中疣, 基底叶中等大小, 三角形。颊部中沟直通至边缘沟, 壳面有不规则的凹坑。边缘中等宽度, 边缘沟窄而深。

胸部中轴宽, 各节为一对斜沟分为三叶, 中叶稍大于侧叶。肋沟由内向外变宽, 向外向前斜伸。

尾部中轴向后扩大, 直伸至后侧边缘沟和后边缘沟, 分三节, 前节短, 第二节次方形, 第三节长度大于前两节之和。第二节上的中疣大而长, 几乎占轴节宽度的 1/3, 前端伸入第一节的后缘, 后端突入第三节的前缘。肋部次三角形, 向后尖灭, 壳面有两、三对纵沟。边缘由前向后变宽, 有一对侧刺; 边缘沟窄而深。

比较 本种与属型 *Agnostus securiger* Lake (1906, 20 页, 图版 2, 图 11) 的主要特征均极相似, 例如头部颊面上有沟, 尾部中轴向后扩大, 肋叶上有纵沟。所不同的是本种尾部中轴向后扩大的程度不及属型种。

产地层位 新疆天山库鲁克区莫呼尔山北坡, 中寒武统莫呼尔山群。与 *Goniagnostus* 同产 (SKS 054)。

油栉虫科 Family Olenidae Burmeister, 1843

油栉虫属 Genus *Olenus* Dalman, 1827

中华油栉虫 *Olenus sinensis* Lu

(图版 I, 图 14; 图版 II, 图 10)

1964, *Olenus sinensis* Lu, 华南区标准化石手册, 35 页, 图版 7, 图 6。

头盖次梯形。头鞍短, 两侧向前微收缩, 前缘直, 长度约为头盖全长的 1/2 弱。具三对不相联接的头鞍沟; 前一对浅, 略后斜; 第二对稍长; 后一对长而后斜, 内边缘极长(纵向), 近于平坦或微凸起, 长度稍大于头鞍长度的 1/3。外边缘窄而直, 略翘起, 边缘沟直, 颈环

窄,宽度均匀,两侧为一对浅沟切成一对三角形的侧叶,中部有一小疣。颈沟中部直,两侧微向前斜。眼中等大小,位于头盖相对中部。眼脊由头鞍前侧角水平外伸或微向前斜伸。固定颊中等宽度,微凸,在眼叶之间的宽度约为头鞍宽度的一半。后边缘沟直。面线前支向前微收缩,后支外斜较急,后边缘的宽度与头鞍基部宽度之比为1.1:1.4。

胸部至少有13节,中轴较肋部窄,宽度只有一个肋叶的2/3,轴节具中疣。肋沟略向后外伸。

比较 本种的许多特点与 *Olenus* 的属型 *O. gibbosus* (Wahlenberg) (Westergård, 1922, 124页,图版3,图1-10; Henningsmoen, 1957, 105页,图版1,图3;图版3,图版9,图7),较为相似,然而属型种的内边缘较之本种为狭窄,固定颊比较宽大,颈环上颈疣不突出。本种与 *O. asiaticus* Kobayashi (1944, 229页,图1a—b)也较为相似,特别是其中的图1a。它们的主要区别为本种的头盖稍长,内边缘的宽度较大,头鞍沟较显著。在 *Olenus* 一属中,内边缘比较大的还有瑞典所产的 *O. rotundatus* (Westergård, 1922, 图版6,图1—5),但 *O. rotundatus* 内边缘的长度(纵向)仍较小,约为头鞍长度的1/4—1/5,头鞍较长较窄,向前收缩较缓。

产地层位 浙江江山大陈上寒武统西阳山组(CB 189)。

纸草虫科 Family Papyriaspidae Whitehouse, 1939

赫定虫属 Genus *Hedinaspis* Troedsson, 1951

盛氏赫定虫 *Hedinaspis shengi* Lu

(图版II,图3)

1964, *Hedinaspis shengi* Lu, 华南区标准化石手册, 36页,图版7,图2。

比较 在我国所产的 *Hedinaspis regalis* (Troedsson) (1937, 56页,图版3,图5;图版7,图1—5;图版8,图3—8), *H. kweichowensis* Lu (1954, 147页,图版1,图9;图版2,图1—8;图版3,图1—4)和本种三个种中,以本种的头盖和头鞍为最长,胸部的中轴也最宽。本种的内边缘上和固定颊上均有细小的网纹线,在固定颊上的网纹比内边缘上的更细小。本种的眼脊由眼部向内向前倾斜最急。*H. regalis* 的眼脊向内向前略微倾斜,而 *H. kweichowensis* 的眼脊则几乎水平横伸。本种胸部两肋的宽度与中轴宽度之比约为1:4, *H. regalis* 约为1:5.3, *H. kweichowensis* 约为1:5.1。

Hedinaspis 一属亦曾在北美阿拉斯加发现(Palmer, 1968, 87页,图版15,图16—18,22),但标本太破碎,不能定种。从这些破碎的标本看来,与 *H. shengi* 也有区别,阿拉斯加的 *H. sp.* 的头鞍较宽,较短,头鞍沟深陷。

产地层位 浙江常山天马山至西阳山上寒武统上部西阳山组(GC 24)。

李三虫科 Family Lisaniidae Chang, 1963

盛氏虫属 Genus *Shengia* Hsiang, 1963

宽颊盛氏虫 *Shengia genalata* Lu

(图版II,图9)

1963, *Shengia genalata* Lu, 西北区标准化石手册, 28页,图版3,图1。

头盖次方形至次梯形。头鞍长方形，向两侧及前端下弯，前端圆润，具有 3 对极微弱的头鞍沟的痕迹。背沟深凹。颈沟浅而宽，中部水平，两侧向前斜伸；颈环中部宽，向两侧变窄。固定颊宽，在两眼叶之间的宽度大于头鞍宽度的一半。眼叶长而弯曲，位于中后部；眼脊明显，微向后斜。无内边缘，前边缘窄，微凸，在头鞍之前略向前突出，两侧极窄。面线前支平行，在接近前边缘时转向内弯曲。

比较 本种与属型种 *Shengia quadrata* Hsiang (叶戈洛娃、项礼文等, 1963, 57 页, 图版 13, 图 1—11) 的区别为属型种的头鞍较短较宽；固定颊较宽，其宽度只有头鞍宽度的 $1/3$ ，前边缘的中部（头鞍之前的部分）不特别向前突出，颈环较小。*Shengia* 与北美阿拉斯加晚寒武世所产的 *Brabba pustulomarginata* Palmer (1968, B84 页, 图版 II, 图 10—13) 颇为相似，主要区别为 *Brabba* 的眼叶极接近后边缘，因此后侧翼极窄。

产地层位 新疆库鲁克区上寒武统（化 38）。

德氏虫科 Family Damesellidae Kobayashi, 1935

德氏虫亚科 Subfamily Damesellinae Kobayashi, 1935

拟德氏盾甲虫属 Genus *Paradamesops* Yang (新属)

定义 德氏虫亚科中的三叶虫，具有凹陷的内边缘，翘起的外边缘。眼叶小，极靠前，其前端大致与头鞍前端在一水平线上。固定颊宽。尾部具 6 对侧刺，第一对长度中等，第二、三、四、五对均短，第六对长而大。中轴长，伸至边缘沟。在第六对刺之间尾部后缘向后拱曲，不成刺。

属型 *Paradamesops jimaensis* Yang (新种)

讨论 此新属和华北晚寒武世早期崮山组所产的 *Damesops* Chu (1959) 的区别为后者无内边缘，尾部后缘有一对三角形宽刺。*Paradamesops* 与澳大利亚晚寒武世早期 *Glyptagnostus stolidotus* 带所产的 *Meringaspis* Opik 的区别为后者的眼叶比较靠头盖的中部而不靠前部，眼脊由头鞍前侧向外后斜而不是水平横伸，尾部第六对刺之间为一个尖的、三角形的抹刀形后缘板而不是圆润的后边缘。

时代分布 湘西、黔东及新疆东天山库鲁克区中寒武统。

寄马冲拟德氏盾甲虫 *Paradamesops jimaensis* Yang (新种)

(图版 I, 图 15a—b, 16a—b; 图版 II, 图 11a—b)

1963, Gen. et sp. indet. 叶戈洛娃等, 贵州及湖南西部寒武纪三叶虫动物群, 43 页, 图版 8, 图 7, 8。

头盖宽梯形，基部宽度约为长度的 2.5 倍。头鞍梯形，前端圆润，凸起于颊部之上，共三对头鞍沟，后一对极深，向后斜，前两对极浅，略微呈现。颈环中部宽，两侧窄，中部微向前拱曲；颈沟深，两侧宽，向中部变浅。内边缘凹陷，在头鞍之前较宽，向两侧变窄，因此成为一个反梯形的陷区；外边缘成一直线，较窄，由内边缘迅速翘起成一隆起的窄脊。眼叶小，长度约为头鞍长度的 $1/3$ ，位置靠前，前端与头鞍前缘在一水平线上；眼脊隆起，极为明显，向外向前斜伸至眼叶。固定颊在两眼叶之间的宽度约为头鞍在同一水平线上宽度的一半；后侧翼极宽，次三角形；后边缘的宽度大致均匀；后边缘沟宽。面线前支及后支均向前收缩极速；后支切后边缘至背沟的距离与头鞍基部宽度之比约为 9:7。

尾部除尾刺外, 作次三角形, 后缘圆润。中轴凸, 柱锥形, 后端不伸达后边缘沟, 分 8 节和一个尾节, 向后收缩极缓, 尾节后端圆润, 但中部有一小的低脊延续后伸至边缘沟, 分节沟宽而深。肋部有 6 对宽而深的肋沟, 深度由里向外均匀; 间肋沟浅而细。第一对肋沟延续伸至第一对肋刺之内。边缘有 6 对边缘刺; 第一对的长度中等, 在其前缘有一条极小的附加刺; 第二、三、四、五对较短; 第六对极为粗壮, 由第四个肋节和第六个肋节延续组成, 向后外斜。在第二至第五对侧刺之间的边缘沟极明显, 在第六对后侧刺之间的边缘沟浅而宽, 两刺之间的后缘向后拱曲, 边缘平凸。

头盖及尾部壳面有疏松分布的小疣。

产地层位 (1) 贵州玉屏寄马冲中寒武统顶部(北地编号: 211301); (2) 湖南新晃酒店塘中寒武统顶部(北地编号: 1430201); (3) 新疆东天山库鲁克区莫呼尔山中寒武统莫呼尔群中上部 (SKS 057)。

小瘤头虫科 Family *Onchonotinidae* Lu, 1965

定义 异尾型。头鞍卵形或次卵形, 凸起, 无头鞍沟; 内边缘极窄或缺失, 背沟深, 固定颊宽; 眼小, 无眼脊。胸部 9 节(标准属), 肋沟深。尾部分 3—4 节。

讨论 本科包括 *Onchonotina* Lu (1964) 及 *Onchonotellus* Lermontova (1951) 两属。北美早奥陶世所产的 *Onchonotus* Raymond (1924) 及晚寒武世的 *Onchonotopsis* Rasetti (1946) 和 *Matania* Rasetti (1946) 三个属的头鞍形状和缺失头鞍沟这二点都与 *Onchonotina* 及 *Onchonotellus* 相似, 但因它们的固定颊都极窄, 并有眼脊, 而与后两属有很大区别。*Onchonotopsis* 和 *Matania* 属于另一个科, 即 *Onchonotopsididae* Shaw (1966)。

时代分布 亚洲晚寒武世。

小瘤头虫属 Genus *Onchonotina* Lu, 1964

定义 虫体长卵形。头鞍显著凸出, 两侧略平行, 前端圆润。无头鞍沟, 背沟极深。颈环明显, 宽度均匀; 颈沟极深。内边缘向头鞍前方变窄, 并下凹成沟; 外边缘向两侧变窄。固定颊的宽度略小于头鞍。眼小, 位于中前方。无眼脊。胸部 9 节, 肋部末端无尖刺。尾部半圆形。中轴高, 伸至尾部末端, 宽度小于肋部, 分 2—3 节。肋部次三角形, 分 2—3 节, 分节不甚显著。壳面密布小疣。

属型 *Onchonotina vigilans* Lu, 1964

讨论 本属的头盖外形、背沟的深度以及内边缘凹陷等形态与 *Onchonotellus* Lermontova (1951) 较为相似, 区别是外边缘很窄, 固定颊较宽, 头鞍两侧平行而不作卵形。*Onchonotus* Raymond (1924) 与本属的区别是头鞍卵形, 强烈凸起, 内边缘宽, 固定颊极窄, 大约只有头鞍宽度的 1/4, 眼叶较大。

时代分布 华南晚寒武世晚期。

醒目小瘤头虫 *Onchonotina vigilans* Lu

(图版 II, 图 4)

1964, *Onchonotina vigilans* Lu, 华南区标准化石手册, 34 页, 图版 7, 图 9。

Onchonotina 就目前所知只有本种一个种。在前面讨论 *Onchonotinidae* 科和 *Onchonotina* 这个属时, 曾提到与西伯利亚所产的 *Onchonotellus* Lermontova 的关系。伊伏申 (Ившин, 1956, 26 页; 1962, 117—124 页) 将 *Onchonotellus* 归入 *Solenopleuridae* 科, 除属型 *Onchonotellus subcincta* (Lermontova) 外, 添了三个种: *O. abnormis* Ivshin, *O. trisulcatus* Ivshin 和 *O. perlatus* Ivshin, 其中 *O. abnormis* 头鞍作卵形, *O. trisulcatus* 有三对头鞍沟, *O. perlatus* 的内边缘和固定颊都很宽, 因此均不同于本种。另外, 伊伏申 (1962, 124 页) 还建立一个新属 *Karagandooides* Ivshin, 这个属的属型 *K. bestubensis* (Ившин, 1962, 125 页, 图版 7, 图 16—17, 插图 34) 和另一个种 *K. seletanus* (Ившин, 1962, 127 页, 图版 7, 图 18, 插图 35) 都具有宽的内边缘和外边缘, 头鞍也都比 *Onchonotina* 的头鞍为短, 固定颊也都较窄。*Karagandooides* 具有宽的内边缘和外边缘, 不宜置于 *Onchonotinidae* 科之内。

产地层位 浙江常山西阳山上寒武统西阳山组 (CB 194)。

柒肋虫科 *Remopleuridae* Hawle et Corda, 1847

原大尾虫属 *Genus Promacropyge* Lu, 1964

脊形原大尾虫 *Promacropyge carinata* Lu

(图版 I, 图 17)

1964, *Promacropyge carinata* Lu, 华南区标准化石手册, 34 页, 图版 6, 图 2, 3。

1965, *Promacropyge carinata* Lu, 中国的三叶虫, 464 页, 图版 91, 图 22—23。

头部半圆形。头鞍长大, 两侧平行, 前端圆, 直伸至边缘沟, 作次长方形, 宽为长的 2/3。边缘狭, 向前略拱曲; 边缘沟浅而窄。鞍沟三对, 极浅, 由于头鞍中心部分露出唇瓣, 头鞍沟长度不明。颈环短, 宽度均匀, 向后拱曲。固定颊半圆形, 窄于头鞍宽度的 1/4。眼长而弯曲, 前端和后端紧靠头鞍, 占头鞍长度的 3/4, 位于中后部。后边缘短, 为颈环节横宽的 2/3。后侧翼狭小。活动颊相当宽, 边缘窄, 腹边缘宽, 几乎占颊体的一半, 具相当长的颊刺, 腹边缘后部较宽, 有与侧缘平行的细线纹。颈刺伸至胸部第三节。面前前支短, 向前微扩张, 后支直接外伸, 然后向后切后边缘至背沟的距离为颈环宽度的 2/3。

胸部 9 节。中轴自第二节向后急剧变窄, 轴部与肋部宽度大致相等。肋沟斜, 肋刺粗短。

尾部尖楔形, 中轴凸, 锥形, 约占尾长的一半, 分 4—5 节及一末节, 尾轴之后具细脊, 肋部平, 约有 3—4 对浅的间肋沟分肋部为 4—5 节。边缘微显, 腹边缘宽, 其上有与外缘平行的细线纹。

在头鞍上保存的唇瓣的外形作五边形, 中心体强烈凸起, 后缘成尖角形, 其他构造不明。

比较 本属仅知属型种一种。本属与早奥陶世早期的 *Macropyge* Stubblefield (1927) 相比, 则本属的头鞍稍长, 不向前收缩, 固定颊较窄, 眼较大, 颈沟浑圆向后微曲, 无假基底叶, 活动颊较窄, 胸部中轴较宽, 尾部分节较多, 尾轴较长。*Promacropyge* 可能为 *Macropyge* 的直系祖先。

产地层位 贵州三都董寨东侧上寒武统 (15314—21)。

刺尾虫科 Family Ceratopygidae Linnarsson, 1869

原刺尾虫属 Genus *Proceratopyge* Wallerius, 1895中缩原刺尾虫 *Proceratopyge constrictus* Lu

(图版 II, 图 1)

1964, *Proceratopyge constrictus* Lu, 华南区标准化石手册。36 页, 图版 6, 图 1。

比较 *Proceratopyge* 与 *Lopnorites* 应否分开成为两个属或者后者为前者的同义名, 曾经屈德森 (Troedsson, 1937), 魏斯塔加 (Westergård, 1947), 小林贞一 (Kobayashi, 1956), 卢衍豪 (1956) 和欧彼克 (Öpik, 1963) 先后讨论过。就目前资料看来, 过去认为分属的特征, 如: (1) 有无眼脊, (2) 头鞍作切锥形或作次柱形, (3) 头鞍之前的内边缘上有无一个反梯形的前缘隆起 (plectrum), (4) 尾部外形及其中轴分节的多少, 这四点都难以作为分成两个属的根据。由于分属失掉根据, 因此本文记载的两个种 *constrictus* 和 *kiangshanensis*, 虽然它们的头鞍都是作次柱形, 也就不能作为 *Lopnorites* 属, 而应归入 *Proceratopyge* 属之内。

Proceratopyge constrictus 的头鞍柱形, 前端圆润, 中部略收缩。由于标本保存不好, 只有后一对头鞍沟能辨认, 前两对由于被唇瓣的印模搅乱, 很难确认。眼部中等大小, 位于头盖的中部, 与眼脊相联成半圆形的脊线。活动颊极宽。颈环两侧有一对三角形侧叶。胸部九节; 肋部宽, 一个肋叶的宽度约为中轴的 1.7 倍(不计肋刺)。尾部宽, 半圆形; 中轴窄, 锥形, 分 10 节或 11 节和一个三角形的末节; 肋部宽, 分六、七节, 肋沟及间肋沟均明显, 边缘宽而平, 边缘沟浅, 侧刺短而粗壮。

产地层位 浙江常山天马山至西阳山上寒武统西阳山组中下部 (GC 23)。

江山原刺尾虫 *Proceratopyge kiangshanensis* Lu

(图版 II, 图 2)

1964, *Proceratopyge kiangshanensis* Lu, 华南区标准化石手册。37 页, 图版 8, 图 3。

比较 本种和 *Proceratopyge constrictus* 的区别为头鞍两侧的背沟平行, 头鞍中部不收缩, 活动颊较窄, 胸部和尾部的中轴都较宽, 尾部外形较窄较长。

本种的标本为一个不完整的个体的外模, 在头鞍上遗有唇瓣。面线前支向前扩张, 与中轴线约成 45° 角。内边缘的宽度(纵向)约为外边缘的两倍, 活动颊上有放射状、不规则的细纹线。尾部中轴分六、七节和一个末节, 肋部分四、五节。头鞍的中后部(后一对头鞍沟之前)有一个中疣。颈环两侧有一对浅沟分出一对三角形小侧叶。

产地层位 浙江常山天马山至西阳山上寒武统西阳山组中下部 (GC 23)。

叶戈洛娃虫科 Family Jegorovaiidae Lu, 1965 (= *Hapalopleuridae*

Harrington et Leanza, 1957)

定义 小型后颊类三叶虫。头鞍窄, 两侧次平行或向前微扩大, 具三对短的头鞍侧沟或头鞍侧沟不显著。内边缘宽, 外边缘极窄或缺失。眼小, 距离头鞍甚远; 眼脊窄而明

显。固定颊极宽；活动颊极窄，具颊刺。面线前支平行或向前收缩或微扩张。胸部 13 节或少于 13 节，与尾部不易分开，中轴窄而凸；肋部宽，肋节作带状，肋沟窄而深，肋节平直，末端无肋刺。尾小，中轴窄，分节沟弱；肋部稍宽，水平分节，无边缘。

讨论 Jegorovidae 科与 Hapalopleuridae 科为同义，但后一科的科型属 *Hapalopleura* Harrington et Leanza (1957, 202 页) 为 *Clavatellus* Poletaeva (Полетаева, 1960, 430 页) 的同义名而不能成立，因此 Hapalopleuridae 失去其根据不能成立，改用 Jegorovaiidae 科。此科包括下列数属：(1) *Jegorovaia* Lu 产于我国的晚寒武世；(2) *Clavatellus* Poletaeva (1955) (= *Hapalopleura* Harrington & Leanza, 1957) 产于阿根廷及西伯利亚的早奥陶世特马豆克阶；(3) *Rhadinopleura* Harrington and Leanza 产于阿根廷早奥陶世特马豆克阶；(4) *Araiopleura* Harrington and Leanza (1957) 产于阿根廷早奥陶世阿伦尼格阶及北美纽芬兰特马豆克阶 (Dean, 1970, 2 页)；(5) *Zacompsus* Raymond (1924) 产于北美晚寒武世。

时代分布 亚洲、南美、北美晚寒武世及早奥陶世。

叶戈洛娃虫属 *Genus Jegorovaia* Lu, 1964

定义 小型后颊类，个体作圆形，头盖极宽。头鞍窄小，作次五角形，两侧接近平行或向前略扩大，前端尖出或平圆。头鞍沟三对，短而深。颊沟深，颈环中部稍宽。内边缘长，有时由头鞍前端向前伸出一条脊状突起线，直伸至边缘沟；外边缘窄，向前方陡峻下斜。眼叶小，远离头鞍，位于与头鞍前侧角相对的位置上。固定颊极宽，微凸，其后部的宽度约为头鞍后部宽度的 2—3.5 倍。眼脊凸起，自头鞍的前侧角水平外伸或略向前侧斜伸。活动颊极窄，具长的颊刺。面线前支短，由后向前急剧收缩；后支长，斜伸。胸部由 13 个胸节组成；中轴极窄，约为肋叶宽度的 1/3；肋节平直，肋沟水平，宽而深，沟底圆润，末端无肋刺。尾部小，半椭圆形，中轴窄，作长的三角形，前端的宽度约为一个肋部宽度的 2/3，分 5—6 个轴节，分节明显。肋部次三角形，分 4—5 节，肋沟向后微倾斜。

属型 *Jegorovaia expansa* Lu, 1964

讨论 本属与 *Clavatellus* Poletaeva (Полетаева, 1955, 172 页; 1960, 430 页) (= *Hapalopleura* Harrington & Leanza, 1957) 的区别为后者的头鞍成大棒状，短而粗，固定颊窄，眼叶靠近头盖中部。本属与 *Rhadinopleura* Harrington & Leanza (1957) 比较，两者的固定颊都很宽，头鞍的外形也比较相似，但 *Rhadinopleura* 的眼叶和眼脊都位于头盖的中线。本属与 *Araiopleura* Harrington & Leanza (1957) 比较，后者的固定颊较窄，在两眼叶之间的宽度小于头鞍的宽度，眼叶和眼脊都位于头盖的中部，活动颊也较宽。本属和 *Zacompsus* Raymond (1924) 比较，后者的头鞍中部收缩，无头鞍沟，眼叶较大，无前边缘。

时代分布 浙江西部，贵州东南部，新疆天山东部晚寒武世。

宽叶戈洛娃虫 *Jegorovaia expansa* Lu

(图版 II, 图 5)

1964, *Jegorovaia expansa* Lu, 华南区标准化石手册, 34 页, 图版 7, 图 3。

头部作宽的半椭圆形，长与宽之比约为 1:2。头盖极宽。头鞍窄，长度约为头部长

度的 2/3，外形作次五边形，两侧近于平行，仅向前微微扩张，前端尖出成一尖角。具三对短而深的头鞍沟，各对沟的距离大致相等。颈沟深，微向前拱曲；颈环宽而短，中部稍长（纵向）。内边缘纵向长度长，由头鞍前端向前伸出一脊状突起线，直达边缘沟；外边缘窄，边缘沟清楚。眼叶小，位于与头鞍前侧角相对的位置上；眼脊长，窄而凸，由头鞍前侧角略微倾斜向前外伸。固定颊极宽，微凸；后侧翼的宽度约为头鞍基部宽度的 3 倍，后边缘窄而凸，宽度均匀，后边缘沟深。活动颊极窄，边缘窄，凸起，作线状，并向后顺延伸出细长的颊刺。面线前支向前急剧收缩；面线后支向外向后斜伸，切于后边缘的切点极近颊角。

胸部保存的部分有 9 节或 10 节。中轴窄；肋节宽度约为轴节的 3 倍，肋沟深而宽，大致与肋节的边缘平行。

产地层位 浙江西部常山西阳山上寒武统西阳山组 (CB 187)。

凸缘叶戈洛娃虫 *Jegorovaia convexa* Lu et Chien (新种)

(图版 II, 图 6a-b, 7)

背壳成椭圆形。头部半圆形。背沟极深极宽。头鞍长，极凸起，向前略扩大，前端圆。头鞍沟三对，均短，向后倾斜平行，固定颊在眼叶处的宽度约与头鞍前部相似，向后方急剧变宽。眼叶极小；眼脊粗壮，水平状，外边缘极窄，成线脊状，中部向前成圆弧状拱曲，内边缘较宽，约为外边缘宽度的 4 倍；后侧翼极大，三角形；后边缘窄而凸，为宽而深的后侧沟分出。面线前支强烈收缩，切内边缘及外边缘成圆弧形；面线后支向外倾斜，切后边缘至背沟的距离约为头鞍基部宽度的 2 倍，活动颊极窄，边缘也极窄，但向后扩大，并延成长刺。

胸部 13 节。中轴向后徐徐收缩，小于肋叶宽度的 1/2，肋节平坦，近似带状，肋沟深，无肋刺。

尾部小，次椭圆形，中轴稍窄于肋叶。肋部 4—5 对肋沟。

比较 本种与属型种 *Jegorovaia expansa* 的主要区别是：(1) 本种的头鞍较细长，前端成圆形，(2) 头鞍沟明显深陷，(3) 颈环中部向后显著拱曲，(4) 内边缘较宽大并十分凸起。

产地层位 贵州三都水打寨上寒武统三都组 (26-1876(13)-2, -3)。

窄头叶戈洛娃虫 *Jegorovaia tenuis* Lu

(图版 II, 图 8)

1964, *Jegorovaia tenuis* Lu, 西北区标准化石手册, 28 页, 图版 3, 图 2。

头盖极宽，作次梯形。头鞍极窄，五角形，向前徐徐扩大，前端作尖角形，具三对短而深的头鞍沟。头鞍沟深而直，颈环作次三角形，中部隆起成瘤状。内边缘宽，中部隆起成脊状；外边缘窄而凸，与内边缘中脊隆起相衔接成一个“T”字形。眼叶小，位置与头鞍前端在一条直线上；眼脊极明显，由头鞍前侧角向前外伸，固定颊极宽，相当凸；后侧翼后部的宽度约为头鞍后部宽度的三倍半。面线前支和后支均由后向前急剧收缩。

比较 本种与属型 *J. expansa* 的区别是：(1) 头鞍较窄较短，(2) 固定颊较宽，(3) 颈环作次三角形，而不作次长方形。本种与上述 *J. convexa* 的区别是：头鞍窄小，固定

颊宽大,头鞍沟几乎水平内伸而不急剧后斜,前边缘前端较平直。

产地层位 新疆天山东部库鲁克山上寒武统突尔沙格塔格组(化 48)。

(二) 华北类型的三叶虫

似手尾虫科 Family Cheirurooididae Chang, 1963

湖南头虫属 Genus *Hunanocephalus* Lee, 1963

朵丁虫亚属 Subgenus *Duodingia* Chow (新亚属)

定义 背壳作长椭圆形。头盖近似梯形。头鞍长而宽,向前变狭,中部明显收缩,伸抵前边缘沟。具四对头鞍沟:后一对向后侧斜伸,末端分叉,中间两对略平伸,前一对浅而短,向前侧方斜伸。颈沟深,由两侧向中间逐渐加宽,但至中部又行收缩变狭。颈环宽度均匀,作半环形,后缘向后凸出。背沟宽而深。固定颊较头鞍为狭。前边缘狭而凸起,宽度均匀。眼脊清晰,略作平伸。眼叶中等大小,位于头盖之中前部。面线前支向内略收缩。面线后支向后扩张较缓,斜切头盖颊角。后侧翼短(横向)而宽(纵向);后边缘沟宽而浅。活动颊狭小,不具颊刺。胸节由八节组成。中轴宽而凸起。肋部狭于中轴,肋节宽度均匀,具平伸的肋沟,末端圆润。尾部作宽的半椭圆形。中轴宽,由三节组成,末端浑圆。肋部除斜伸的前边缘沟外,尚具三对浅的肋沟。边缘狭。

亚属型 *Hunanocephalus (Duodingia) duodingensis* Chow (新种)

讨论 新亚属 *Duodingia* (subgen. nov.) 与 *Hunanocephalus* Lee 区别是前者头鞍中部收缩较明显,面线前支及后支向前收缩均较缓,眼脊清晰,后侧翼短(横向)。*Hunanocephalus* 胸部由 12—13 节组成,而本亚属仅有八节。前者的尾部作三角形,而本亚属则为半椭圆形。

时代分布 贵州瓮安早寒武世早期。

朵丁朵丁虫 *Hunanocephalus (Duodingia) duodingensis* Chow (新种)

(图版 III, 图 1—3)

描述同亚属特征,图版 III, 图 3 所示标本左侧具一狭小的活动颊,因其位置略往后移动,故末端伸出头盖后缘,若按原来部位复位,可知其并不具颊刺。

产地层位 贵州瓮安朵丁下寒武统下部(253-12-2F)。

掘头虫科 Family Oryctocephalidae Beecher, 1897

古掘头虫属 Genus *Protoryctocephalus* Chow (新属)

定义 背壳长卵形。头盖半圆形,头鞍向前扩大,直抵内缘沟,具四对不与背沟相联的坑状头鞍沟,后两对有时在中部有极浅的沟相连接,前一对头鞍沟较模糊。眼脊粗壮,从头鞍前侧角与前一对头鞍沟相应的位置伸出,并向后侧斜伸。眼叶大,其长度约为头鞍长之半。面线前支向前略扩张;面线后支短,向后侧斜切后边缘。前边缘狭,凸起。活动颊有一明显的狭边,颊角向后侧方伸出细而长的颊刺。胸部由 11 节组成。中轴凸而宽,肋部平坦,具深的肋沟,侧部向后侧转折并收缩成为相互不接触的肋刺。尾部小。中轴由两

节组成。尾肋部具三对与中轴几乎平行的肋沟, 末端伸出成两对尾刺和一小的中刺, 前一对尾刺长, 后一对尾刺及中刺极短。

属型 乌训古掘头虫 *Protoryctocephalus wuxunensis* Chow (新种)

讨论 本属与北美内华达州早寒武世及南极洲中寒武世早期所产 *Goldfieldia* Palmer 的区别是后者后一对头鞍沟与背沟相联, 头鞍中部具一拗坑, 头鞍前界模糊, 头鞍中部向两侧膨大 (Palmer, 1964, p. F7—8, pl. 1, figs. 14, 16—18; Palmer et Gatehouse, 1972, p. D20—21, pl. 3, figs. 7—8)。

本属特征介于 *Lancastriinae* (如 *Changaspis* 等) 和 *Oryctocephalinae* (如 *Oryctocephalus* 等) 之间。其头部形态与 *Oryctocephalinae* 较为接近, 而胸部及尾部形态则与 *Lancastriinae* 更为接近。

我们认为 *Protoryctocephalus* 是 *Lancastriinae* 向 *Oryctocephalinae* 演化的一个过渡类型。本属与 *Lancastriinae* 的 *Changaspis* Lee 及 *Oryctocephalinae* 的 *Oryctocephalus* Walcott 的主要区别, 表列如下:

<i>Changaspis</i> ¹⁾	<i>Protoryctocephalus</i>	<i>Oryctocephalus</i>
1. 头鞍沟短线状	坑状	坑状
2. 颈沟宽而浅, 两侧与背沟相交	两侧稍深, 中部浅, 但两侧不与背沟相交	两侧呈坑状, 中部浅, 不与背沟相交
3. 外边缘低平	外边缘凸起	外边缘凸起
4. 颊角具引长体	具颊刺	具颊刺
5. 胸节 14—15 节	11 节	7 节
6. 胸肋末端向后侧引长并缓慢收缩成宽而平的肋刺	胸肋末端向后侧引长并迅速收缩成平凸狭窄的肋刺	胸肋末端突然收缩并向后侧延伸成凸起的针状肋刺
7. 尾部极小	尾部小	尾部大

时代分布 贵州凯里南皋早寒武世。

乌训古掘头虫 *Protoryctocephalus wuxunensis* Chow

(图版 III, 图 4)

1974, *Protoryctocephalus wuxunensis* Chow, 西南地区地层古生物手册, 图版 36, 图 11。

描述同属的特征。

产地层位 贵州凯里南皋下寒武统上部乌训组上部(丹 59 中上)。

长眼虫科 Family *Zacanthoididae* Swinnerton, 1915

竹溪壳虫属 Genus *Chuchiaspis* Chang (新属)

定义 头鞍长, 中部收缩, 伸延至边缘沟, 具 4 对头鞍沟, 无内边缘, 外边缘略凸起, 眼

1) 据我们观察 *Changaspis* 属型种 *C. elongata* Lee 的正型标本应为幼虫。*C. elongata* Lee 与 *C. micropygae* Chien 并无本质差别, 均系小尾型三叶虫。因此, 苏沃洛娃 (Суворова, 1964, 256 页) 以 *C. micropygae* 为属型种所建立的 *Chienaspis* 不能成立。

脊短,眼叶长,呈半圆形,颈沟清晰,颈环上具有或不具有颈疣,后侧翼较宽。尾部小,中轴特宽,末端圆润,分为五节,肋叶窄小,具边缘刺,表面布有疣点。

属型 疣点竹溪壳虫 *Chuchiaspis granosa* Chang (新种) (图版 III, 图 5)

讨论 *Chuchiaspis* 与北美早寒武世所产的 *Prozacanthoides* 非常相似, 两属均具有长而大的头鞍, 头鞍上并有 4 对头鞍沟, 眼叶长大, 眼脊短, 尾部小, 中轴非常宽大, 肋叶窄, 具边缘刺。但两属也有明显不同之处, 如 *Chuchiaspis* 的头鞍中部收缩明显, 后侧边缘及颈环上没有小刺, 尾部中轴更较宽大, 分节较多。

时代分布 湖北、四川等地早寒武世。

黑风庙竹溪壳虫 *Chuchiaspis heifengmiaoensis* Chu (新种)

(图版 III, 图 6, 7)

1974, *Chuchiaspis heifengmiaoensis*, 西南地区地层古生物手册。图版 39, 图 5—6。

头鞍长, 近似柱形, 前部略扩大, 中部明显收缩, 伸达至边缘沟, 具 4 对头鞍沟; 最后一对长而深, 向后倾斜伸延, 第二对水平伸出, 第三对略向前斜伸, 第四对 (最前的一对) 浅, 向前倾斜伸出。边缘沟清晰, 无内边缘, 外边缘略凸起。眼脊短, 眼叶长, 半圆形; 固定颊由背沟向外向眼叶方向凸起; 后侧翼较宽; 面线前支自眼叶前端向前向外倾斜延伸, 然后又略向内切于前缘; 后支自眼叶后端向外向两侧水平伸出, 最后向后弯曲切于后边缘。尾部小, 中轴非常宽大, 末端圆润, 分为五节; 肋叶窄小, 肋沟明显, 间肋沟亦发育, 具边缘刺。表面分布有细小的疣点。

比较 此种与属型 *Chuchiaspis granosa* Chang (图版 III, 图 5) 相比较, 主要不同之点是, 头鞍凸度较低平, 头鞍中部收缩较剧烈以及表面疣点较细小。

产地层位 四川城口厚坪公社黑风庙下寒武统石龙洞组 (CF-I-206)。

小盘信虫属 Genus *Panxinella* Lin (新属)

定义 头盖略作四方形。头鞍的中部收缩, 前后两端膨大。头鞍沟四对。固定颊的宽度约为头鞍中部宽度的 1/2。眼叶长。外边缘很窄, 前边缘沟窄而深, 无内边缘。后侧翼呈次三角形。

属型 窄边小盘信虫 *Panxinella angustilimbata* Lin (新种)

讨论 本属与 *Chuchiaspis* 极为相似, 主要区别是本属的外边缘较窄, 头鞍的中部收缩较强, 头鞍的前端小于后端, 前侧角不成浑圆状, 眼叶不如 *Chuchiaspis* 那样成宽大的圆弧形。这一属与 *Zacanthoides* Walcott 相比较, 在头鞍沟及头鞍的形态、眼叶的形状等方面比较相似, 不同的是本属头鞍前侧角不成浑圆状, 头鞍前端小于后端, 眼叶略短, 面线前支向前平行伸延, 后侧翼纵向较宽, 无间颊刺等。

时代分布 华中西南地区早寒武世晚期。

窄边小盘信虫 *Panxinella angustilimbata* Lin (新种)

(图版 III, 图 8)

头盖近似四方形。头鞍的中部收缩, 两端扩大, 前端的两个侧角不作浑圆形。头鞍沟

四对,第一对较短,向前倾斜;第二对似眉毛状,在近背沟处沟浅而不明显;第三对平伸;第四对向后斜伸,分叉。颈沟深,颈环宽度均匀。外边缘凸而窄,无内边缘,前边缘沟窄而深。眼脊粗壮,从相当第一对头鞍沟的位置伸出,向后斜伸。眼叶长,约为头盖长度的 1/2,位于中部向外弯曲。固定颊与头鞍中部宽度的比为 1:2。面线前支由眼叶中部前端向前平行延伸,后支向后向外斜伸。后侧翼呈次三角形。

产地层位 贵州松桃县盘信下寒武统清虚洞组 (KH 067)。

肿头虫科 Family Alokistocaridae Resser, 1939

肖氏壳虫属 Genus *Schopfaspis* Palmer et Gatehouse, 1972

相似肖氏壳虫 *Schopfaspis similis* Chow (新种)

(图版 III, 图 9)

头盖略呈次方形,长度几乎等于眼叶之间的宽度。头鞍短,其长度与内外边缘总长度之比为 4:3,外形作切锥形,具 4 对头鞍沟,但保存均较模糊。颈环作倒梯形。眼叶中等大小,其位置与头鞍中部位置相当。眼脊清晰。内边缘宽度均匀,前后及左右均适度拱起。边缘沟宽,但向两侧变窄,在与头鞍前侧角相当的位置上具两个浅坑。外边缘中间宽,向两侧收缩。头盖前缘呈前凸的弧形。面线前支略扩张。到边缘沟后向内收缩,斜切外边缘。在放大镜下可以看到壳面具小瘤装饰。内边缘外皮脱掉之后,见有纵向细线纹装饰。

比较 本种头鞍较短,内边缘较长,边缘沟中部两侧有一对浅坑,可以归入南极所产的 *Schopfaspis* 一属之内。本种与属型种 *S. granulosus* (Palmer et Gatehouse, 1972, D 30 页, 图版 5, 图 8—14) 非常接近,两者区别是南极的种边缘沟在小坑之外突然变窄,两小坑之间的边缘沟前凸的弧度较两小坑之外的边缘沟小,而本种边缘沟两侧向中部逐渐加宽,弧度均匀。此外本种边缘沟小坑较浅,而南极的种较深。

产地层位 贵州凯里南皋中寒武统甲劳组 (丹 92)。

孟克虫科 Family Monkaspidae Kobayashi, 1935

辽宁虫属 Genus *Liaoningaspis* Chu, 1959

四川辽宁虫 *Liaoningaspis sichuanensis* Chu

(图版 III, 图 10—13)

头鞍突起,较长,近似柱形,但向前略收缩,头鞍沟模糊不清或不见。背沟在头鞍两侧较浅而在头鞍前缘较深;在头鞍两后侧部,背沟外有一对半卵形的、小的叶状体。前边缘宽,中部略凹下,近前缘又上翘,无边缘沟。沿头鞍前缘有一低而清楚的脊线,此脊线与头盖前缘近似平行。颈沟浅,但清楚;颈环狭,宽度均匀。眼脊清楚,较短、眼叶较大,位于相对头鞍中线之后。后侧边缘狭、长。

尾部近似扁圆形,其长度略大于宽度的 2/3。中轴凸起,较窄,呈柱锥形,后端圆润;横沟浅,分中轴为四个轴节及一末叶;肋叶近似三角形,肋沟仅在边缘部分和肋刺之间明

显,向内部迅速变浅,只有微弱痕迹可寻。具有四对间肋沟。边缘宽,凹下;具六对边缘刺,其中五对作锯齿形,最后一对锯齿极微弱。表面光滑。

比较 本种与属型种 *Liaoningaspis taizehoensis* (朱兆玲, 1959, 75 页, 图版 IV, 图 1—9) 比较近似,其主要不同之点是本种头鞍较狭长,叶状体较大,头鞍沟更加模糊不清。本种尾部呈扁圆形,其长度略大于宽度的 $2/3$,而 *L. taizehoensis* 的尾部近似横椭圆形,其长度约为宽度的一半。本种尾部中轴较凸起,较短,边缘较窄,并具六对锯齿状边缘刺,而 *L. taizehoensis* 只有两对较短的边缘刺。另外本种的尾部与孟克虫 *Monkaspis Kobayashi* (1935) 的尾部较相似,均具多对锯齿形小刺,但本种尾部中轴凸起较高而且较短,边缘亦较狭并且明显凹下。另外,本种的头鞍近似柱形,头鞍沟更加模糊不清,背沟较深以及头鞍前脊线较明显,并从头鞍前缘向两侧略向后弯曲伸延。

产地层位 四川丰都太平公社上寒武统下部 (KCMF 17, 18)。

沟肋虫科 Family Solenopleuridae Angelin, 1854

沟肋虫亚科 Subfamily Solenopleurinae Angelin, 1854

小沟肋虫属 Genus *Solenopleurina* Růžčka, 1938

兴仁小沟肋虫 *Solenopleurina xingrenensis* Chow (新种)

(图版 III, 图 14, 15)

头鞍凸,呈锥形,具三对显著的头鞍沟,后一对末端分叉。背沟深,颈环长条状,颈沟深,固定颊平缓凸起。面线前支向前收缩。眼脊向后斜伸。眼叶小,凸起,位于头盖中部。内边缘狭。边缘沟深而宽。前边缘宽度与内边缘大致相当,其中部略向后凸出,以一钝角伸向内边缘。后边缘沟深而宽,后侧翼宽。

尾部作横宽的半椭圆形。中轴凸起,由两节组成,末节具一对并排的圆形瘤疱。肋部具二对肋沟,尾边缘很狭。

头盖及尾部的壳面都具有大小不同的瘤状装饰。

比较 本种与 *Solenopleurina* 的属型种,捷克斯洛伐克中寒武统所产的 *S. týřovicensis* Růžčka (Snajdr, 1958, 200—203 页, 图版 IX, 图 18; 图版 X, 图 1—7) 区别是我们的种头鞍前缘尖圆,内边缘较窄。南极所产 *Solenopleura pruina* (Palmer et Gatehouse, 1972, p. 26, 图版 5, 图 19—22) 的各部分形态均与本种十分相似,区别是南极的种的内边缘及头鞍较宽,外边缘中部不向后凸出,表面的瘤状装饰亦较细。与 *Solenopleura holometopa* (Angelin) (Westergård, 1953, 14—16 页, 图版 4, 图 1—8) 相比,后者眼叶较靠前,前边缘向两侧收缩较快。

产地层位 贵州凯里南皋中寒武统甲劳组 (丹 97)。

爱纹虫科 Family Elviniidae Kobayashi, 1935

恩施虫属 Genus *Enshia* Chu (新属)

定义 个体小。头鞍向前明显收缩,前端截切,但圆润;具三对清楚的头鞍沟,第一对

(前面一对)短,向前上方斜伸,第二对(中间一对)略比第一对长些、深些,但向后斜伸,第三对(最后一对)长,靠近背沟处深陷,逐渐向后向内变浅。背沟在头鞍两侧深,前端变浅。颈沟宽,两侧深,向中间略变浅,颈环中部宽,向两侧明显变窄,上具一小中疣。内边缘较宽,中部略凸起,并向后拱出,因而边缘沟中部亦略向前弯曲,外边缘厚而突起,边缘沟宽而深。固定颊窄,其宽度略大于头鞍前端宽度之半。眼脊短而明显,由相对第一对头鞍沟略前方伸出,向后微微倾斜,眼叶较长,由相对第一对头鞍沟处向后伸展,后端几乎到达相对颈沟处。后侧边缘沟较宽,靠近背沟处深,向两侧变浅,后侧边缘呈细带状。面线前支自眼叶前端向前向两侧倾斜伸出,近外边缘又向内弯曲切于前缘;后支自眼叶后端向两侧伸出,而后下切于后边缘。表面光滑。

属型 标准恩施虫 *Enshia typica* Chu (新种)

讨论 本属与华北及东北南部上寒武统长山组所产的 *Maladioides* Kobayashi (1933) 比较相似,但本属个体小,头鞍没有那么宽大,而且三对头鞍沟短,但清楚。内边缘较宽,中部凸起,边缘沟中部不是向后弯曲,而是向前拱曲,眼叶也较长。

另外,可与本属相比较的是美国上寒武统所产的 *Dunderbergia* Walcott (1924)。两属均具中部凸起的内边缘和中部向前拱曲的边缘沟,但两属不同之处甚多,如本属个体小,头鞍狭,向前收缩较快,呈截锥形,而 *Dunderbergia* 的头鞍近似方形;本属的头鞍沟远较 *Dunderbergia* 的明显,此外本属眼叶较 *Dunderbergia* 的大得多,后侧翼也较小。

时代分布 湖北、四川晚寒武世。

标准恩施虫 *Enshia typica* Chu (新种)

(图版 III, 图 16)

见属的特征。

产地层位 湖北恩施茶山上寒武统中部 (CF-III-1)。

德氏虫科 Family Damesellidae Kobayashi, 1935

丰都虫属 Genus *Fengduia* Chu (新属)

定义 头鞍近似柱形,向前略微收缩,前端圆润,具三对头鞍沟。内边缘大,凹下,后部为三个弧线所限,外边缘强烈翘起。眼脊清楚,眼叶较大,位于与头鞍相当的后部,眼前颜线 (preocular facial line) 清楚。颈沟两侧深,颈环上具一小疣。固定颊较窄,后侧边缘窄而长。尾部中轴突起,横沟清楚,肋叶上肋沟宽而深,间肋沟微弱,具 7 对边缘刺,第七对边缘刺较长,并向后伸延呈剪刀状。

属型 似柱形丰都虫 *Fengduia subcylindrica* Chu (新种)

讨论 本属与蝴蝶虫属 *Blackwelderia* Walcott (1906) 非常接近,尤其是尾部,均具 7 对边缘刺,外形亦较相似,看起来似乎很难区别,但仔细比较,两者的区别仍甚明显。如本属尾部肋沟较宽较深,第七对边缘刺较长,并向后伸延呈剪刀状。本属头鞍近似柱形,向前收缩很少,而 *Blackwelderia* 头鞍是锥形或截锥形,向前收缩较快,本属眼叶较大,位于相对头鞍中线之后, *Blackwelderia* 的眼叶中等大小,位于相对头盖中部。此外,本属的

固定颊也较窄小。

时代分布 四川、湖北晚寒武世。

似柱形丰都虫 *Fengduia subcylindrica* Chu (新种)

(图版 IV, 图 1—5)

头鞍凸起, 近似柱形, 向前略微收缩, 前端圆润, 具三对头鞍沟: 第一对(最前的一对)浅而弱, 向前斜伸; 第二对较短, 近背沟处较深; 第三对长, 靠近背沟处深陷, 向后向内伸延, 并逐渐变浅。内边缘大, 凹下, 后部为三个弧线所限, 并从头鞍前侧角向两侧伸出一脊线, 外边缘强烈翘起, 边缘沟窄。眼脊短而清楚, 眼叶较大, 位于相对头鞍中线之后, 几乎围绕固定颊。眼前颜线自眼脊前端伸出, 几与面线前支平行, 在某些标本上(图版 IV, 图 1), 眼前颜线附近布有网状细脉。颈沟两侧深, 向中部变浅, 颈环中部略宽于两侧, 其上具一小颈疣。固定颊小, 在一些标本上亦布有脉状细纹。后侧边缘窄而长。面线前支自眼叶前端向前并向外延伸, 对着前缘向内弯曲; 后支自眼叶后端向外横伸, 切头盖后侧边缘于颊角之内。

尾部除边缘刺外, 作三角形。中轴凸起, 锥形, 后端圆润, 伸至后边缘, 横沟深, 分中轴为五个轴节及一末叶和一关节半环。肋叶上肋沟深且宽, 分成六个肋节, 这些肋沟和肋节均尖灭于边缘, 并见有间肋沟。边缘上具有 7 对边缘刺, 第一对和第五对均较长, 第二对较细, 第七对不但长, 而且向后延伸呈剪刀状。

产地层位 四川丰都太平公社 (KCMF 17, 18) 及湖北咸丰丁寨 (VI 75/45-2) 上寒武统下部。

索克虫科 *Saukiidae* Ulrich et Resser, 1930

索克虫属 *Saukia* Walcott, 1914

恩施索克虫 *Saukia enshiensis* Chu (新种)

(图版 IV, 图 6a—b, 7a—b, 8, 9)

头鞍由后向前逐渐凸起, 至前部强烈地凸起, 两侧大致平行, 呈柱形, 具二对向后弯曲的、横越头鞍的头鞍沟。前边缘窄, 向前下斜, 无内边缘。固定颊窄。眼叶中等大小。后侧翼作带状, 表面均具圆泡状大、小不等的粗疣。沿前边缘与头鞍交界处有一排较大的疣点。活动颊具较宽的侧边缘及细长的颊刺, 表面具圆泡状和蠕虫状疣点, 沿眼外缘有一排疣点较大, 向边缘沟方向逐渐变小, 最后呈不规则的放射状细脉。侧边缘上具脉状细线纹。

尾部宽, 呈椭圆形。中轴凸起, 伸达后缘, 横沟较宽, 分成五节及一末节。肋叶上肋沟及间肋沟均很发育, 并伸至较凹下的边缘内, 无明显的边缘沟。表面有稀疏分布的疣点。

比较 本种与本文记载的安徽泾县所产的 *S. jingxianensis* 比较, 后者的头鞍中部收缩, 头鞍前叶一般凸起, 活动颊的颊刺较细长。

产地层位 湖北恩施茶山上寒武统上部 (CF-III-4, 5, 6)。

泾县索克虫 *Saukia jingxianensis* Chien (新种)

(图版 IV, 图 10)

虫体的背壳呈长卵形。头部除颊刺外, 成半圆形, 中等凸起。头鞍大, 较凸起, 中部略收缩, 向前和向后均稍扩大。头鞍沟两对: 第一对较窄, 较浅, 在头鞍的中部相联, 第二对较深, 较宽, 也在头鞍中部相联。颈沟中部较浅, 两侧向前倾斜, 也较深; 颈环的两端较窄, 中部较宽。固定颊很窄, 只有头鞍宽度的 1/6, 外侧靠近眼叶的地方比较高, 自此向背沟方向倾斜。前边缘较窄。后侧翼小而窄, 后侧沟宽, 后边缘凸起。活动颊的颊体较宽大, 中等凸起; 后边缘沟相当深, 外边缘较宽向后伸延成颊刺, 颊刺极长, 向后一直伸至尾部的前边缘。面前线前支向前扩大; 后支向后外侧斜伸, 切后侧翼的外端到背沟的宽度约为头鞍中部宽度的 3/4。

胸部有 11 个胸节。中轴在第三个轴节处最宽, 向前向后规则收缩。肋部较中轴稍窄, 肋沟深, 向后斜伸, 肋节的末端具小的肋刺。

尾部略作三角形, 中轴成钝锥形, 分为 5 个轴节及一个末节。肋部分 7—8 节, 肋沟及间肋沟均很发育。

头鞍、外边缘及颈环上具有粗大密集的疣点; 在眼叶之内的固定颊及后侧沟之后的后边缘上, 没有这些大疣点, 在眼叶之后的固定颊上, 疣点较少。在活动颊上靠眼的外围具一行 (13 个) 排列整齐的大疣, 在这行大疣之外, 以次匀称地逐渐向活动颊的外侧变细。胸部的轴节上也具有密集的疣点, 但较头鞍上的疣要小得多。

在头鞍上有一个唇板的印痕, 其外形呈长方形, 位于唇板前部的中心体颇为凸起, 后部较平坦, 侧脊比较窄, 但较凸起, 成直条状, 两侧的唇板沟很深很宽, 向后变窄变细。

比较 本种的头鞍向前扩大, 固定颊极窄, 活动颊上的颊刺特别长, 壳面上疣点的大小及其布局, 以及似长方形的唇板等等是这个种的特点。产于美国密西西比河上流威斯康星州的 *Saukia* Walcott (1914) 的属型 *Saukia acuta* Ulrich et Resser (Ulrich et Resser, 1933, 172 页, 图版 29, 图 16, 17) 也具有向前和向后扩大的头鞍, 固定颊也很窄, 活动颊的颊刺也较长。但是 *acuta* 的头鞍最窄的地方是在第一对头鞍沟的两侧。而本种则在第二对头鞍沟的两侧, *acuta* 的颊刺虽长, 但未超过胸部, 而只伸到第 11 个胸节 (*acuta* 有 12 个胸节)。另外, 本种的头鞍沟只有两对, 而 *acuta* 却有三对头鞍沟。本种的眼也较大, 其外围有一排大疣, 胸节有 11 个, 尾轴粗钝, 无明显的边缘, 而 *acuta* 的眼较大, 其外围的疣不规则, 胸部有 12 个胸节, 尾轴较尖, 成尖锥形, 尾边缘宽而明显。另外, 本种疣点的大小和分布的情况和 *acuta* 也不一样。*Saukia separata* (Ulrich et Resser, 1933, 190 页, 图版 31, 图 14—20) 的头鞍成圆柱形, 中部略收缩, 后面的两对头鞍沟在中部相联, 在头鞍上有粗大的疣, 这几点与本种相似。但是本种的头鞍沟在中部虽也相联, 但数目较少, 只有两对。在活动颊上, 眼的外侧有一行 (13 个) 排列整齐的大疣, 自这行大疣开始向外均匀地变细, 而 *separata* 疣点的大小内外相差不很大。本种的尾部也没有象 *separata* 那样有明显的尾边缘。肋沟及间肋沟直伸至外缘, 而 *separata* 的肋沟及间肋沟向外变浅, 几乎完

全消失。

产地层位 安徽泾县唐村上寒武统上部 (D 1947-H 2-6)。

原索克属 Genus *Prosaukia* Ulrich et Resser, 1933

扩鞍原索克虫 *Prosaukia diversa* Chien (新种)

(图版 IV, 图 11)

头鞍粗壮, 在第二个头鞍叶节的两侧略有收缩, 前端的中部向后凹陷。头鞍沟两对; 中部都相联接, 但前一对较窄, 较浅; 第二对较深较宽。颈沟深, 中部平直, 两侧稍向前倾斜。颈环粗大, 较最后一个头鞍叶节略阔, 后部具明显的颈疣, 背沟在头鞍的前部和两侧都相当深。固定颊颇窄, 眼叶之内的最大宽度只及头鞍宽度的 $1/4$ 。眼叶较小, 其长只有头鞍(不包括颈环)的 $1/2$, 呈不很弯曲的新月形, 其位置在头盖相对中线的后方。外边缘呈三角形, 中部明显向前尖凸; 内边缘较窄, 边缘沟明显, 在头鞍之前显得较浅; 后侧翼窄而长, 具阔而深的后侧沟。面前前支向前微扩大, 在头盖的前侧角处, 急转向前向内斜切外边缘; 后支自眼叶的后端向外侧方斜切后侧翼, 其外端到背沟的距离约为颈环长度的 $3/4$ 。在头鞍的中部具粗大的但不甚密集的疣点, 在头鞍的两侧的疣点较稀少。在外边缘及内边缘上, 这些疣点较头鞍上的要小些, 也较密些。在眼叶之内的固定颊和在后侧翼上的疣点更小, 更不明显。

讨论 本种的特点是: 头鞍的中部收缩, 向前略扩大, 前端向内凹陷, 两对头鞍沟, 在中部都相联接; 颈环的后部具有颈疣, 壳面上疣点的大小及其分布情况也是比较特殊的。

本种与其他较为相似的种的区别如下: *Prosaukia* Ulrich et Resser, 1933 的属型种 *P. misa* (Hall) (Ulrich et Resser, 1933, 141 页, 图版 24, 图 1—9) 的前边缘沟贯通整个头盖, 面面前支向前稍扩大, 然后向内向前斜切外边缘, 使外边缘的中部切成尖凸状。这两点是与本种相似的。但是 *misa* 的外边缘强烈翘起, 同时头鞍向前稍收缩, 接近切锥形, 其前后的长度与基部的宽度大致相等。而本种的头鞍前部则向前略扩大, 长度超过基部的宽度, 前端向内凹陷, *misa* 有三对头鞍沟, 而本种只有两对头鞍沟, 在本种的头盖上还有大小不同的疣点存在。

本种与辽宁复县白家山上寒武统凤山组中所产的 *Prosaukia* (?) *orientalis* (Kobayashi, 1933, 126 页, 图版 13, 图 10) 的头鞍都是从头鞍的后部开始向前略扩大的。并且头鞍前端的中部都明显的向内凹陷, 颈沟的外侧都向前倾斜, 中部平直。这几点都是相似的。但是本种的内外边缘较发育, 并且有明显的边缘沟; 头鞍沟只有两对, 颈环上还有一个颈疣, 这些都与 *orientalis* 不同。

1933 年, 乌里希和列瑟 (Ulrich et Resser, 1933, 139—140 页) 按 *Prosaukia* 一属的颈环有否颈刺(疣)和壳面上有否疣点这两个特点, 将 *Prosaukia* 分为四种类型, 即:

第一, *Prosaukia misa* 类: 这一类 *Prosaukia* 的颈环没有颈刺; 壳面上也光滑没有疣点。

第二, *Prosaukia longicornis* 类: 这一类 *Prosaukia* 的颈环虽有颈刺, 但壳面却光滑

无疣点。

第三, *P. tuberculata* 类: 这一类型的颈环没有颈刺, 而壳面上有疣点。

第四, *P. berolinensis* 类: 这一类型的壳面与第三种类型一样, 也有疣点; 但在颈环上也具颈刺。

按照以上分类, 本新种应属于第四种类型。在乌里希和列瑟的这篇文章中, 归于这第四种类型的有下列六个种:

1. *Prosaukia berolinensis* (Ulrich et Resser, 1933, 164 页, 图版 28, 图 19)
2. *Prosaukia beani* (Ulrich et Resser, 1933, 165 页, 图版 28, 图 21)
3. *P. granosa* (Ulrich et Resser, 1933, 166 页, 图版 28, 图 18)
4. *P. dubia* (Ulrich et Resser, 1933, 166 页, 图版 28, 图 20)
5. *P. (?) anomala* (Ulrich et Resser, 1933, 167 页, 图版 29, 图 1—3)
6. *P. (?) ambigua* (Ulrich et Resser, 1933, 167 页, 图版 31, 图 6—8)

在乌里希和列瑟的这 6 个种中, 除了具有颈刺和壳面上有疣点之外, 还有 4 个共同点: 即: 它们的头鞍两侧都向前收缩; 头鞍的前端成浑圆形; 眼叶都相当弯曲; 壳面上的疣点比较细小, 比较密集。但是本种的头鞍两侧向前稍有扩张, 头鞍前端的中部明显地向内凹陷; 眼叶不很弯曲, 壳面上的疣点也较粗大而稀疏。这些形态特点与上述 6 个种是不同的。

产地层位 安徽泾县唐村上寒武统上部 (D 1947-H 2-2)。

小卡尔文虫属 *Genus Calvinella* Walcott, 1914

前扩小卡尔文虫 *Calvinella diversa* Chien (新种)

(图版 IV, 图 12)

头鞍成圆柱形, 前端浑圆, 中等凸起; 背沟在头鞍的两侧及前端均较深。头鞍沟三对: 前一对浅, 位于头鞍的两侧, 第二对较深, 向后倾斜, 中部相联; 后一对深而明显, 中部较两侧稍宽。颈沟平直, 中部较宽; 颈环粗大, 中部向后拱凸, 后缘具粗大的颈刺, 其长约为头鞍的 $2/3$ 。固定颊中等凸起, 在眼叶之内的部分, 约为头鞍宽度的 $1/4$ 。眼叶较小, 弓形, 具明显的眼沟。外边缘相当宽, 中部向前稍突出, 边缘沟在眼叶之前的部分较宽, 但往头盖的中部则明显变弱, 变浅; 后侧翼小, 三角形, 后侧沟相当深; 后边缘较凸起, 向外明显变宽。面线前支向前扩大, 与头盖的中线成 45° 的夹角; 后支由眼叶的后端直接向外向后倾斜伸出, 切后侧翼的外端至背沟的距离约为头鞍底宽的 $3/5$ 。壳面具有稠密的小粒点, 在头鞍上除小粒点外, 还有粗大的疣疱杂在小粒点之中。

比较 本种的头鞍两侧平行, 面线前支十分扩大, 这两点是本种的特点。美国威斯康星州上寒武统所产的 *Calvinella walcotti* [Ulrich et Resser, 1933, 235 页, 图版 40, 图 1—14, 34(?), 36—39(?)] 的面线前支也十分扩大, 这点与本种相似, 但本种的头鞍成前端浑圆的柱形, 眼叶成较小的半圆形, 后侧翼作三角形, 而 *walcotti* 的头鞍向前收缩, 前端平直, 眼叶较大, 后侧翼成窄条形。本种与 *Calvinella pustulosa* (Ulrich et Resser, 1933, 228 页, 图版 39, 图 1—10) 相似的是: 头鞍都是圆柱形, 但是 *pustulosa* 的面线前支不很向前

扩大,而几乎成平行状,眼叶比较大。

产地层位 安徽泾县唐村上寒武统上部 (DO 15-H 7-3)。

科未定 Family uncertain

泾县虫属 Genus *Jingxiania* Chien (新属)

定义 异尾型三叶虫,头部半圆形;头鞍大,向前收缩;背沟深;头鞍沟三对;固定颊窄,只有头鞍中部宽度的 $1/4$ 。眼长大,可达头鞍长度的 $4/5$ 。边缘沟平直。后侧翼窄,作带状;颈沟中部向前拱曲;面前线支扩大;后支平伸。活动颊阔,具中等长度的颊刺。胸部有 12—13 个轴节;中轴向后作有规则的收缩,中轴与肋部的宽度相似。肋沟较深,肋节末端具短小的肋刺。尾部椭圆形,中轴较大,不伸至后边缘,分 2—3 个轴节。肋部具 2 对肋沟;尾边缘窄,宽度均匀,凸起。唇板的中心体凸起,后部较宽圆,两侧的侧脊较窄,明显凸起。

属型 北贡里泾县虫 *Jingxiania beigongliensis* Chien (新种)

讨论 小林贞一 (Kobayashi, 1933) 建立 *Wuhuia* 一属时,采用了两个地点的材料,一个是山东济南西约一公里的宝塔山上寒武统风山组的标本 (Walcott, 1913, 138 页, 图版 13, 图 12); 另一个是辽宁复县五湖嘴的标本 (Kobayashi, 1933, 145 页, 图版 15, 图 1)。本属与山东标本的相似点是: 两者的面前线前、后支行迹相似,固定颊较窄,后侧翼成水平状的条带。两者的区别是: 本属的眼叶较长,可占头鞍长度的 $4/5$ 。而山东标本的眼叶只及头鞍长度的 $1/2$ 左右,本属的头鞍较为细长,而山东标本的头鞍较粗短,头鞍沟只有两对,而不象本属那样有三对。同时本属的边缘沟除 *Jingxiania zhuangliensis* 一种稍有弯曲之外,其余三种的边缘沟,都比较平直。产自辽宁复县五湖嘴的 *Wuhuia* 与本属更为相近,尤其是两者头鞍的外形,较窄的固定颊。相区别的是: 本属的眼长,而 *Wuhuia* 的眼叶较小,位置靠后,本属有三对头鞍沟,后侧翼成水平的条带状,而辽宁的标本,只有两对头鞍沟,后侧翼成比较短小的三角形。

与本属相似的另一属是辽宁复县上寒武统的 *Maladiooides* Kobayashi (Kobayashi, 1933, 146 页, 图版 15, 图 9—12)。这两个属的头鞍都向前收缩,固定颊比较窄,颈沟中部向前弯曲,但是 *Maladiooides* 的眼较小,边缘沟的中部向后弯曲;头鞍沟两对,后侧翼比较短,成三角形。*Maladiooides* 的尾部成三角形,尾轴较窄,呈锥形,分为四个轴节和三对肋沟,而本属的尾部呈椭圆形,尾轴较粗,只分二个轴节和一个末节,肋沟也只有两对。

时代分布 安徽南部晚寒武世。

北贡里泾县虫 *Jingxiania beigongliensis* Chien (新种)

(图版 IV, 图 13)

背壳呈卵形。头部半圆。头盖中等凸起。头鞍粗大,向前收缩,前端略圆。头鞍沟三对,都较深: 第一对较短,只在头鞍的两侧呈凹陷状; 第二对较长,向后倾斜; 第三对更长,先向内倾斜而后向后弯曲。颈沟深,由三个部分组成: 中部向前稍弯曲,两侧向前倾斜。颈环宽度均匀。固定颊相当窄,平均只有头鞍中部宽度的 $1/4$ 。眼叶较长,可占头鞍长度的 $4/5$,前端与后端分别与头鞍的前侧角和颈沟的水平位置相平。内边缘窄,平坦; 边缘沟

浅, 成平直状, 外边缘凸起, 宽度中等; 后侧翼成条带状, 后侧沟宽而深, 几乎占后侧翼的全部。活动颊阔大, 边缘窄而凸起, 向后伸出中等长度的颊刺。面前前支向前略扩大; 后支自眼叶的后端向外水平伸出, 而后向后急转向后弯曲, 切后侧翼的外端至背沟的距离约与头鞍沟基部宽度相等。

胸部由 12 个轴节组成。中轴中等凸起, 向后缓慢规则收缩。肋叶的宽度与中轴相似, 肋节具宽而深的肋沟, 末端具细小的肋刺。

尾部椭圆形。中轴粗短, 末端钝圆, 不伸达后边缘, 分为两个轴节和一个末节。肋部具两对肋沟。尾边缘较窄, 宽度均匀, 明显凸起。

在头鞍上附着一个唇板的印模, 其外形成椭圆形。因保存关系, 唇板上的其它构造不明显。

产地层位 安徽泾县北贡里上寒武统上部 (F 001)。

庄里泾县虫 *Jingxiania zhuangliensis* Chien (新种)

(图版 IV, 图 14)

背壳窄长, 呈细长的卵形。背沟在头鞍的前端或两侧都极深。头部半圆形。头鞍中等凸起。头鞍沟三对: 前二对都比较短; 第三对稍长, 向后倾斜。颈沟的中部向前拱曲, 两侧端也向前倾; 颈环的后部未保存。固定颊中等凸起, 相当窄, 约为头鞍中部宽度的 $1/3$ 。眼长, 成新月形, 其前端在头鞍前侧角的稍后方, 后端在颈沟相对位置的外方。眼沟深。外边缘及在头鞍之前的边缘磨损, 在头盖两侧保存下来的边缘沟相当宽, 横断面成圆弧形; 内边缘稍凸起, 相当窄, 形似细脊。后侧翼纵向很窄, 自眼叶的后方开始向外逐渐变阔; 边缘沟相当宽而深, 后侧脊窄而凸。活动颊阔, 边缘沟阔, 边缘凸, 向后延伸成中等长度的颊刺。面前前支向前扩大; 后支成水平状, 向后斜切后侧翼, 其外端至背沟的距离约与头鞍的基部宽度相似。

胸部有 12 个胸节。中轴向后作有规则的收缩。中轴与肋部宽度之比约为 1:1。肋沟深; 肋节末端具小的肋刺。

尾部呈椭圆形。中轴不伸至后部边缘, 可分为两个轴节及一个末节; 肋叶具两对肋沟。尾部边缘窄, 但稍凸起。

附着在头鞍上的唇板大致呈椭圆形, 中心体较凸起, 两边的侧脊较窄, 也颇凸起, 唇板的后部成浑圆状。

比较 本种与前述属型种 *Jingxiania beigongliensis* 颇为相似, 所不同的仅仅是本种的背壳较窄长; 边缘沟较宽, 横断面呈圆弧形, 边缘也比较窄, 固定颊稍宽, 占头鞍中部宽度的 $1/3$ 。背沟在头鞍的两侧及前方都比较深。

产地层位 安徽泾县庄里唐村上寒武统上部 (D 1947-H 1-3)。

唐村泾县虫 *Jingxiania tangcunensis* Chien (新种)

(图版 IV, 图 15)

头部半椭圆形, 头鞍粗大, 自中部开始向前明显收缩, 前端平圆。头鞍沟三对, 都不明显、固定颊窄, 平凸, 其宽度约为头鞍基部宽度的 $1/4$ 。颈沟中部明显向前拱凸, 两端向前

倾斜；颈环的中部向前拱凸，具明显的颈疣。外边缘与内边缘的宽度相似，边缘沟浅而宽。后侧翼成水平状的条带，其横向长度较头鞍的底部略窄。后侧沟宽而浅。活动颊平坦，颊体较宽，边缘凸，向后伸延成颊刺。眼长，成新月形。面线前支较大；后支成水平状。

附着在头部上有一个胸节，中轴较肋部略宽，肋沟明显，肋刺小。

附着在头鞍上的唇板，大致成椭圆形，中心体较大，后侧部的脊较宽大。

比较 与属型种 *Jingxiania beigongliensis* 的区别是 (1) 本种的头鞍基部较粗大，在头鞍的中部向前明显收缩，(2) 头鞍沟较弱而不很明显，(3) 颈环的中部具有明显的颈疣，(4) 后侧翼的横向宽度较 *beigongliensis* 为短，其宽度小于头鞍的基部宽度；面线前支向前扩大也较强。

产地层位 安徽泾县唐村上寒武统上部 (D 1947-H 1-16)。

横阔泾县虫 *Jingxiania transversa* Chien (新种)

(图版 IV, 图 16)

头鞍比较粗短，向前显著收缩。头鞍沟三对：第一对短，水平状；第二对稍长，向后略倾斜；第三对最长，向后急倾，颈沟深。颈环宽度均匀。固定颊窄，约为头鞍基部宽度的 $1/4$ ；眼叶长大，成角度弯曲，其长约为头鞍长度的 $3/5$ ，外边缘凸起，平直，边缘沟直，内边缘平。后侧翼成水平的带状，其宽度小于头鞍的基部；后侧沟宽而浅。面线前支向前扩大；后支水平外伸。

胸部 13 节，中轴较肋部稍窄。肋节末端具小的肋刺。

尾部椭圆形，中轴粗短，分为两个轴节及一个末节，末端不伸达后部边缘。肋部具两对肋沟，尾边缘窄而明显。

比较 代表本种的标本是一枚背壳，它明显地受了挤压而变形，因而其头鞍及胸部中轴显得特别粗壮。本种与属型种 *J. beigongliensis* 的区别较为明显，尤其是本种的头鞍则较粗壮，而后的头鞍较细长。眼叶成角度弯曲。后侧翼的横向长度与头鞍的底宽相比，显得较短。本种的胸部中轴也较 *beigongliensis* 为粗壮，胸部有 13 个而不是 12 个胸节。

本种与 *J. tangcunensis* 也颇为相似，所不同的是，因挤压而使头鞍显得更粗壮。头鞍沟比较明显；颈环上无颈疣。眼叶成角度弯曲，而 *tangcunensis* 的眼叶则成新月形。

产地层位 安徽泾县庄里唐村上寒武统上部 (D 1947-H 2-2)。

参 考 文 献

中国科学院地质古生物所编，1962，扬子区标准化石手册。科学出版社。
 中国科学院地质古生物所编，1963，西北区标准化石手册。科学出版社。
 中国科学院地质古生物所编，1964，华南区标准化石手册。科学出版社。
 中国科学院南京地质古生物研究所编，1974，西南地区地层古生物手册。科学出版社。
 王钰、卢衍豪、杨敬之、穆恩之、盛金章，1954，辽东太子河流域地层 (I)。地质学报，34 卷，1 期，17—64 页。
 卢衍豪，1940，莱得利基虫一新种之个体及群体演化。中国地质学会志，第 20 卷，第 3, 4 期，333—342 页。
 ——，1954，贵州三都上寒武纪三叶虫动物群的发现及其意义。古生物学报，第 2 卷，第 2 期。
 ——，1956a，黔东玉屏上寒武纪三叶虫。古生物学报，第 4 卷，第 3 期。
 ——，1956b，安徽滁县上寒武纪 *Lopnorites* 动物群。古生物学报，4 卷，3 期。
 ——，1959，中国南部奥陶纪地层的分类和对比。中国地质学编辑委员会，中国地质学基本资料专题总结论文。地质出版社。
 ——，1962，中国的寒武系。全国地层会议学术报告汇编。科学出版社。

卢衍豪, 1963, 中国寒武纪地层的新材料。地质学报, 43卷, 4期, 317—330页。

——, 董南庭, 1953, 山东寒武纪标准剖面新观察。地质学报, 32卷, 3期, 164—201页。

——, 张日东、葛梅钰, 1963, 浙江西部下古生代地层。全国地层会议学术报告汇编。浙西地层现场会议。科学出版社。

——等, 1965, 中国的三叶虫(上、下册)。中国各门类化石。科学出版社。

刘鸿允, 1955, 中国古地理图。科学出版社。

孙云铸, 1924, 中国北部寒武纪动物化石。中国古生物志, 乙种, 第1号, 第4册。

——, 1935, 中国北部上寒武纪三叶虫化石。中国古生物志, 乙种, 第7号, 第2册。

叶戈洛娃、项礼文、李善姬、南润善、郭振明, 1963, 贵州及湖南西部寒武纪三叶虫动物群。中华人民共和国地质部地质科学研究院专刊, 乙种, 地层学古生物学, 第3卷, 第1—3号, 115页, 14图版。

地质部地质科学研究院第三室编, 1963, 秦岭化石手册。中国工业出版社。

朱兆玲, 1959, 华北及东北崮山统之三叶虫动物群。中国科学院古生物研究所集刊, 第2号。

李积金、陈旭, 1962, 黔南三都寒武纪及奥陶纪笔石。古生物学报, 第10卷, 第1期。

沃罗格金, A. Г. 1957, 苏联的寒武系。古生物学报, 第5卷, 第2期, 223—282页。

俞建章、郭鸿俊, 1951, 华南中奥陶纪珠角石与腹足类化石。中国地质学会志, 31卷, 63—78页。

张文堂, 1962, 中国的奥陶系。全国地层会议学术报告汇编, 科学出版社。

——、范嘉松, 1960, 祁连山奥陶纪及志留纪三叶虫。祁连山地质志, 第四卷, 第一分册。科学出版社, 83—148页, 图版1—10。

张日东, 1962, 甘肃环县中奥陶统几种头足类化石。古生物学报, 10卷, 4期, 514—523页, 1图版。

——、俞昌民、陆麟黄、张遵信, 1959, 新疆天山南麓古生代地层。中国科学院古生物研究所集刊, 第2号。

赵金科, 1936, 震旦纪地层之分布及其古地理学之意义。地质论评, 一卷, 四期, 418—436页, 图5幅。

胡冰、王景斌等, 1965, 塔里木盆地古生代的几个地质问题。地质学报, 45卷, 2期, 131—142页。

钱义元, 1961, 贵州三都和都匀寒武纪三叶虫。古生物学报, 第9卷, 第2期。

——、李积金、李蔚农、江纳言、毕治国、高永修, 1964, 安徽南部震旦系及下古生界的新认识。中国科学院地质古生物研究所集刊(地层文集第一号)。

黄汲清, 1954, 中国主要地质构造单位。地质出版社。

Ahmal F., 1961, Palaeogeography of the Gondwana Period in Gondwanaland, with special reference to India and Australia, and its bearing on the Theory of Continental Drift. *Mem. Geol. Surv. India*, 90, 142pp.

Bergström J., 1969, Remarks on the Appendages of Trilobites. *Lethaia*, vol. 2, No. 4, pp. 395—414.

——, 1972, Appendage morphology of the trilobite *Cryptolithus* and its implications. *Lethaia*, vol. 5, no. 1, pp. 83—94.

Berry W. B. N., 1972, Early Ordovician Bathyrurid Province Lithofacies, Biofacies and Correlations—their relationship to a Proto-Atlantic Ocean. *Lethaia*, vol. 5, no. 1, pp. 69—84.

Bird J. M. & F. Rasetti, 1968, Lower Middle and Upper Cambrian Faunas in the Taconic sequence of eastern New York: Stratigraphy and Biostratigraphic Significance. *Geol. Soc. Amer. Special Paper* 113, 66pp.

Cowie J. W., 1960, Notes on Lower Cambrian Stratigraphy in the Boreal Regions. *Rept. 21st Session, Norden, Internat. Geol. Congr. sect. 8*, pt. 8, pp. 57—63.

Daily B., 1957, The Cambrian in South Australia. *Bur. Min. Res. Geol. Geophys., Australia, Bull.* No. 49, pp. 91—148.

Dean W. T., 1970, A new Lower Ordovician trilobite faunule from Random Island, Eastern Newfoundland. *Geol. Surv. Canada, Paper 70-19*, pp. 1—10, 1 pl.

Dean W. T. & R. Krummenacher, 1961, Cambrian trilobites from the Amanos Mountains, Turkey. *Paleontology*, vol. 4, pt. 1.

Dean W. T. & Monod O., 1970, The Lower Palaeozoic Stratigraphy and Faunas of the Taurus Mountains near Beysehir, Turkey, I. Stratigraphy. *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist., Geol.* vol. 19, no. 8.

Debrenne F., 1940, Archaeocyatha, Contribution a l'étude des faunes cambriennes du Maroc de Sardaigne et de France. *Notes et Mem. du Service Geol.*, No. 179, Roy. Maroc Sons-Secret. d'état Commerce, L'Industrie, Mines et Marine Marchande Direct. Mines et Geol. Division Geol.

——, 1969, Lower Cambrian Archaeocyatha from the Ajax Mine, Beltina, S. Australia. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Geol.* 17, pp. 295—376.

Deprat J., 1915, Etude géologiques sur la Région Septentrionale du Haut-Tonkin. *Mem. Serv. geol. l'Indochine*, vol. 4, fasc. 4.

Dewey J. F., Richards R. B. & Skevington D., 1970, New light on the age of Dalradian deformation and metamorphism in Western Ireland. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, vol. 50, pp. 19—44, Oslo.

Endo R., 1956, Palaeogeography and basal condition of the Cambrian System in Manchuria (Northeastern part of China). *20th Geol. Congr. Internat.*, Tom 1, pt. 1, pp. 363—375.

Fritz H. W., 1972, Lower Cambrian trilobites from the Sekwi Formation, type section, Mackenzie Mountains, northwestern Canada. *Geol. Surv. Canada, Bull.* 212, pp. 1—58, pl. 1—20.

Gordan W. T., 1920, Cambrian Organic remains from a dredging in the Weddell Sea. *Trans. Roy. Soc. Edinb.*, 52(4), pp. 681—714.

Grabau A. W., 1940, The Rhythem of the age; earth history in the light of Pulsation and Polar Control Theories. *Peking Henri Vetch.*

Harrington H. J. & F. Leanza, 1957, Ordovician trilobites of Argentina. *Univ. Kansas (Lawrence), Dept. Geol. Spec. Publ.* 1, 276p., 140 figs.

Henningsmoen G., 1957a, A trilobite with North American affinities from the Upper Cambrian of Sweden. *Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala*, vol. 37.

_____, 1957b, The Trilobite Family Olenidae. *Vid-Akad. Skr.* 1, M-N. Kl., No. 1.

_____, 1958, The Upper Cambrian Faunas of Norway. *Norsk Geol. Tidsskr.*, Bd. 38, h. 2, pp. 179—196.

Hill D., 1964, Archaeocyatha from loose material at Plunket Point at the head of Beardmore Glacier. In "Antarctic Geology", North-Holland Publ. Co., pp. 609—619.

Holland C. H. & B. A. Sturt, 1970, On the occurrence of Archaeocyathids in the Caledonian Metamorphic Rocks of Söröy and their stratigraphical Significance. *Norsk Geol. Tidsskrift*, Bd. 50, pp. 341—355.

Hupe P. R., 1952, Contribution a l'étude du Cambrien supérieur et du Precambrien III de l'Anti-Atlas marocain. *Service geol. Maroc (Rabat), Notes et Mem.*, No. 103, 402pp., 24 pls.

Hupe P. R., 1960, Sur le Cambrien inférieur du Maroc. *Rept. 21st Session, Norden, Internat. Geol. Congr. sect. 8*, pt. 8, pp. 75—85.

Ivshin N. K. & Porkrovskaya N. V., 1968, Stage and zonal subdivision of the Upper Cambrian. *Internat. Geol. Congr. Rept. 23 Session, Czechoslovakia*, 1968, sect. 9.

Kay M. & N. Eldredge, 1968, Cambrian Trilobites in Central Newfoundland Volcanic Belt. *Geol. Mag.* vol. 105, no. 4, pp. 372—377.

King W. B. R., 1923, Cambrian Fossils from the Dead Sea. *Geol. Mag.* vol. 60.

_____, 1930, Notes on the Cambrian Fauna of Persia. *Ibid.*, vol. 67.

_____, 1937, Cambrian Trilobites from Iran (Persia). *Palaeont. Indica, N. S.* vol. 22, Mem. No. 25.

_____, 1941, The Cambrian Fauna of the Salt Range. *Rec. Geol. Surv. India*, vol. 75.

Kobayashi T., 1930, Cambrian and Ordovician Faunas of South Korea and the bearing of the Tsingling-Keijo Line on Ordovician Palaeogeography. *Proc. Imp. Acad. Tokyo*, vol. 9.

_____, 1931, Studies on the Stratigraphy and Palaeontology of the Cambro-Ordovician Formations of Hua-lien-chai, Niu-hsin-tai, South Manchuria. *Jap. Journ. Geol. & Geogr.* 8(3), pp. 131—186.

_____, 1933, Faunal study of the Wanwanian (Basal Ordovician) Series with Special Notes on the Ribeiridae and the Ellesmereoceroids. *Journ. Fac. Sci., Imp. Univ. Tokyo, sect. II*, vol. 3, pt. 7.

_____, 1934, Middle Cambrian Fossils from Kashmir. *Am. Jour. Sci.* vol. 27.

_____, 1935, Upper Cambrian of the Wuhutsui Basin, Liaotung, with special reference to the limit of the Chaumitian (or Upper Cambrian) of Eastern Asia and its Subdivision. *Jap. Jour. Geol. and Geogr.*, vol. II, no. 1—2.

_____, 1935, Cambrian Formations and Faunas of South Korea. Pt. III. *Journ. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo, sect. II*, pt. 2.

_____, 1938, An occurrence of *Lopnorites* in Hunan, China. *Journ. Geol. Soc. Japan*, vol. 45, no. 534.

_____, 1939, On the Agnostids (Pt. I). *Journ. Fac. Sci., Imp. Univ. Tokyo, sect. 2*, 5(5), 69—108.

_____, 1944a, The discovery of *Olenus* in South Korea. *Proc. Imp. Acad. Tokyo*, vol. 20, pp. 227—233.

_____, 1944b, The Zoopalaeogeographic Province in the Upper Cambrian and Lower Ordovi-

cian Periods. *Jap. Journ. Geol. Geogr.* vol. 19.

Kobayashi T., 1944c. On the Cambrian Formations in Yunnan and Haut-Tonkin and the trilobites contained. *Jap. Journ. Geol. Geogr.* vol. 19.

_____, 1956a, The Cambrian of Korea and its relation to the other Cambrian Territories. *20th Congr. Geol. Internat.*, Tom 1, pt. 1, pp. 343—362.

_____, 1956b, Supplementary notes on the Cambrian trilobites from Southeastern Asia. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan, N. S.* No. 20, pp. 277—284, 1 pl.

_____, 1957, Upper Cambrian Fossils from Peninsular Thailand. *Journ. Fac. Sci., Univ. Tokyo*, vol. X, pt. 3, pp. 367—382, 2 pls.

_____, 1960, The Ordovician of Korea and its relation to the other Ordovician Territories. *Intern. Geol. Congr., Copenhagen, 21st Session*, pt. 7, sect. 7, pp. 34—43.

_____, 1966a, The Cambro-Ordovician Formations and Faunas of South Korea. Pt. X, sect. A, The Chosen Group of South Korea. *Journ. Fac. Sci., Univ. Tokyo*, sect. 2, vol. 16, pt. 1.

_____, 1966b, The Cambro-Ordovician Formations and Faunas of South Korea. Pt. X, sect. B, The Chosen Group of North Korea and Northeast China. *Ibid.*, sect. II, vol. 16, pt. 2.

_____, 1967, The Cambro-Ordovician Formation and Faunas of South Korea. Pt. X, sect. C. The Cambrian of Eastern Asia and other parts of the Continent. *Journ. Fac. Sci., Univ. Tokyo*, sect. 2, vol. 16, pt. 3.

_____, 1971, The Cambro-Ordovician Faunal Provinces and the Interprovincial correlation discussed with Special Reference to the Trilobites in Eastern Asia. *Ibid.*, sect. 2, vol. 18, no. 1.

_____, 1972, Three Faunal Provinces in the early Cambrian Period. *Proc. Jap. Acad.* vol. 48, no. 4, pp. 242—247.

_____, & Ichikawa, T., 1955, Discovery of *Proceratopyge* in the *Chuangia* zone in Manchuria, with a note on the Ceratopygidae. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan, N. S.* No. 19.

Lake P., 1906, A Monograph of the British Cambrian Trilobites. *Paleont. Soc. London*.

Lendzion K., 1972, The Stratigraphy of the Lower Cambrian in the Podlasie Area. *Z Budan Stratygraficzno-Paleontologicznych w Polsce*, Tom 6. *Bull. 233, Geol. Institute*, pp. 69—153.

Lochman C., 1940, Fauna of the Basal Bonneterne Dolomite (Upper Cambrian) of Southeastern Missouri. *Journ. Paleont.*, vol. 14, pp. 10—52.

_____, 1948, New Cambrian Trilobite Genera from Northwest Sonora, Mexico. *Journ. Paleont.*, vol. 22, no. 4.

Lochman-Balk C. 1970, Upper Cambrian Faunal Pattern on the Craton. *Geol. Soc. Amer. Bull.* vol. 81, pp. 3197—3224.

_____, 1972a, Cambrian Paleoenvironments on the Craton of the United States. 1968. *Proc. Intern. Paleont. Union, 23 Intern. Geol. Congr.* pp. 267—282.

_____, 1972b, Upper Cambrian Faunal Pattern on the Craton: Reply. *Bull. Geol. Soc. Amer.* vol. 83, no. 3, pp. 931—934.

_____, & Wilson J. L., 1958, Cambrian Biostratigraphy in North America. *Journ. Paleont.*, vol. 32, no. 2, pp. 312—350.

Longacre A., 1970, Trilobites of the Upper Cambrian Ptychaspid Biomere Wilberns Formation, Central Texas. *Journ. Paleont.*, vol. 44, Supplement to no. 1.

Lotze F., 1958, Zur stratigraphie des Spanischen Kambriums. *Jahrb. Geol.*, 7, 4, 3—6.

Lotze R. & Sdzuy K., 1961, Das Kambrium Spaniens. *Akad. Wiss. u Lit. Mainz, Mat. Nat. Kl. Abh. 2*, no. 6—8.

Mansuy H., 1916, Faunes cambriennes de l'Extreme-Orient Meridional. *Mem. Serv. geol. l'Indochine*, vol. 1, fasc. 2.

Meneghini G., 1881, Nuovi trilobiti di Sardegna. *Atti Soc. Toscana Sci. Natur.* (Pisa). *Proc. Verb.* 2, 200—202.

Nelson C. A. & Hupe P., 1964, Sur l'existence de la *Fallotaspis* et *Daguinaspis*, trilobites marocaines, dans la Cambrien de California et ses consequences. *Acad. Sci. Paris, C. R. t. 258*, nr. 9, pp. 621—623.

Neuman R. B. & Whittington H. B., 1964, Fossils in Ordovician Tuffs, NE Maine. *Bull. 1181-E, U.S. Geol. Surv.* 39 pp., 7 pls.

Nicosia M. L. & Rasetti F., 1970, Revisione dei trilobiti del Cambriano dell'Iglesiente (Sardegna) descritti da Meneghini. *Mem. Atti Accad. Lincei Ann. CCCLXVII-1970, Cl. Sc. fisiche, Ser. VIII*, vol. X, sezione II, Fasc. 1, pp. 1—18, 3 pls.

Öpik A. A., 1961, Cambrian geology and paleontology of the headwaters of the Burke River, Queensland. *Bur. Min. Res. Aust., Bull.* 53.

_____, 1963, Early Upper Cambrian Fossils from Queensland. *Ibid. Bull.* 64.

_____, 1967, The Mindyallan Fauna of North-Western Queensland. *Ibid. Bull.* 74.

_____, et al., 1957, The Cambrian Geology of Australia. *Ibid., Bull.* 49.

_____, & Pritchard P. W., 1960, Cambrian and Ordovician Geology of Queensland. *Journ. Geol. Soc. Austr.* 7, pp. 91—103.

Orłowski S., 1964, Kambr środkowy i jego fauna na wschodniej części Górz Swietokrzyskich. *Studia geol. Pol.* vol. 16.

Palmer A. R., 1965, Trilobites of the late Cambrian Pterocephaliidae Biomere in the Great Basin, United States. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper* No. 493.

_____, 1960, Trilobites of the Upper Cambrian Dunderberg Shale Eureka District, Nevada. *Ibid.*, 334-C, pp. 53—109.

_____, 1962, *Glyptagnostus* and associated trilobites in the U.S. *Ibid., Paper* 374-F.

_____, 1964, An unusual Lower Cambrian Trilobite Fauna from Nevada. *Ibid. Paper* 483-F.

_____, 1968, Cambrian Trilobites of East-Central Alaska. *Ibid.*, 559-B.

_____, 1969, Cambrian Trilobite Distributions in North America and their bearing on Cambrian Paleogeography of Newfoundland. North Atlantic-Geology and Continental Drift, Mem. 12, *Am. Assoc. Petrol. Geol.* 1969, pp. 139—144.

_____, 1972, Upper Cambrian Faunal Pattern on the Craton: Discussion. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. 83, pp. 927—930.

_____, 1972, Problems of Cambrian Biogeography. *24th Internat. Geol. Congr.-Sect.* 7, pp. 310—315.

_____, & Stewart J. H., 1968, A Paradoxidid trilobite from Nevada. *Journ. Paleont.*, vol. 42, no. 1, pp. 177—179.

_____, & Gatehouse C. G., 1972, Early and Middle Cambrian Trilobites from Antarctica. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper* 456-D.

Poulsen C., 1960a, Notes on some Lower Cambrian Fossils from French West Africa. *Mat. Fys. Medd. Dan. Vid. Selsk.*, B. 32, Nr. 7, pp. 1—11, 3 pls.

_____, 1960b, Fossils from the late Middle Cambrian *Bolaspidella* Zone of Mendoza, Argentina. *Ibid.*, B. 32, Nr. 11.

Poulsen V., 1958, Contributions to the Middle Cambrian Paleontology and Stratigraphy of Argentina. *Ibid.*, B. 31, nr. 8, pp. 1—22, 1 pl.

_____, 1964, Contribution to the Lower and Middle Cambrian Paleontology and Stratigraphy of Northwest Grönland. *Medd. om Gronland* 164(6), 105pp.

_____, 1969, An Atlantic Middle Cambrian Fauna from North Greenland. *Lethaia*, vol. 2, No. 1, pp. 1—14.

Rasetti F., 1945, New Upper Cambrian Trilobites from the Levis conglomerate. *Jour. Paleont.*, vol. 19, no. 5.

_____, 1946, Early Upper Cambrian Trilobites from western Gaspe (Quebec). *Ibid.*, vol. 20, no. 5.

_____, 1972, Cambrian Trilobite Faunas of Sardinia. *Mem. Atti Della Accad. Naz. Del Lincei*, Ser. 8, vol. 11, sezione 2, Fasc. 1, pp. 1—100, 19 pls.

Raymond E. P., 1937, Upper Cambrian and Lower Ordovician Trilobita and Ostracoda from Vermont. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. 48.

Redlich K., 1901, The Cambrian Fauna of the Eastern Salt Range. *Paleont. Indica*, N. S. vol. 1, mem. 1.

Reed F. R. C., 1910, The Cambrian Fossils of Spiti. *Ibid.*, Ser. 15, vol. 7, no. 1.

_____, 1934, Cambrian and Ordovician Fossils from Kashmir. *Ibid.*, N. S. vol. 21, Mem. No. 2.

Repina L. N., 1972, Biogeography of Early Cambrian of Siberia according to Trilobites. 1968 *Proc. Internat. Paleont. Union*, 23rd Internat. Geol. Congr. pp. 289—300.

Richter R. et E., 1940, Die Saukianda Stufe von Andalusien. *Abh. Senckenberg Natuf. Ges.*, 450, seite 1—88.

_____, 1941, Die Fauna des Unter-Kambriums von Cala in Andalusien. *Ibid.*, 455, seite 1—90.

Richter R. et E., 1943, Das Kambrium am Toten Meer und die älteste Tethys. *Ibid.*, 460.

_____, 1948, Zur Frage des Unter-Kambriums in Nordost-Spanien. *Senckenbergiana*, Bd. 29, Nr. 1—6, S. 23—39.

_____, 1949, Die Frage der Saukianda-Stufe (Kambrium, Spanien). *Ibid.*, vol. 30, pp. 217—240.

Robison, R. A., 1972, Hypostoma of Agnostid Trilobites. *Lethaia*, vol. 5, no. 2, pp. 239—258, 4 figs.

Ross R. J., Jr., 1951, Stratigraphy of the Garden City Formation in northeastern Utah and its trilobite faunas. *Yale Univ., Peabody Mus. Nat. Hist. Bull.* 6, 155p.

Saurin E., 1956, Le Cambrian en Indochine. *El. Sistema Cambriense su Paleogeografia etc.* Pt. 1, XX Congr. Geol. Intern. XX Session, Mexico.

Schindewolf O. H. & Seilacher A., 1955, Beiträge zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan). *Akad. der Wissenschaften und der Literatur. Abhandl. der Math. Naturw. Kl. Jahrb.* 1955, nr. 10.

Sdzuy K., 1958, Neue Trilobiten aus dem Mittelkambrium von Spanien. *Senckenbergiana Lethaea*, Bd. 39, No. 3/4, seite 235—253.

_____, 1959, Die unterkambrische Trilobiten-Familie Dolerolenidae. *Ibid.*, Bd. 40.

Shaw A. B., 1966, Paleontology of Northwestern Vermont. XI. Fossils from the Middle Cambrian St. Albans Shale. *Journ. Paleont.* vol. 40, no. 4, pp. 843—858, 3 pls.

Snajdr M., 1958, The Trilobites of the Middle Cambrian of Bohemia. *Boz. Csl. Ustred, Ustar. Geol.*, Sv. 24.

Störmer L., 1939, Studies on trilobite morphology, Pt. I. The thoracic appendages and their phylogenetic significance. *Norsk Geol. Tidsskr.*, vol. 19, pp. 143—273.

_____, 1967, Some aspects of the Caledonian geosyncline and foreland west of the Baltic Shield. *Q.J.G.S. London*, vol. 123, pp. 183—214.

Traves D. M., 1957, Upper Proterozoic and Cambrian Geology in Northwestern Australia. *Bur. Min. Res. Geol. & Geophys., Australia, Bull.* No. 49, pp. 75—90.

Troedsson G. T., 1937, On the Cambro-Ordovician Faunas of Western Qurugtagh, Eastern Tianshan. *Geol. Surv. China, Paleont. Sinica*, New Ser. B, No. 2.

_____, 1951, *Hedinaspis*, new name for *Hedinia* Troedsson, non Navas. *Geol. Foren. Forhandl.* Bd. 73, H. 4, No. 467, p. 695.

Ulrich E. O. et Resser C. E., 1930, The Cambrian of the Upper Mississippi Valley. Pt. I. *Bull. Public Museum City Milwaukee*, vol. 12, No. 1.

Waagen W., 1889, Salt Range Fossils. *Paleont. Indica*, Ser. 13, vol. 4, pt. 2.

Walcott C., 1913, Cambrian Faunas of China. *Research in China*, vol. 3, *Carnegie Inst., Washington D. C.*

Westergård A. H., 1922, Sveriges Olenidskiffer. *Sver. Geol. Undersok.* (Stockholm), ser. Ca, No. 18.

_____, 1936, *Paradoxides oelandicus* beds of Öland. *Ibid.*, Ser. C, No. 394.

_____, 1946, Agnostidea of the Middle Cambrian of Sweden. *Ibid.*, Ser. C, No. 477, 140pp., 16 pls.

_____, 1947, Supplementary notes on the Upper Cambrian trilobites of Sweden. *Ibid.*, Ser. C, No. 489, pp. 1—34, 3 pls.

_____, 1948, Non-agnostidean trilobites of the Middle Cambrian of Sweden. I. *Ibid.*, Ser. C, no. 498.

_____, 1949, On the geological age of *Irvingella suecica* Westergård. *Geol. Foren. Forhandl.*, vol. 71, no. 4, p. 606.

_____, 1950, Non-agnostidean trilobites of the Middle Cambrian of Sweden, II. *Sveriges geol. Unders.* Ser. C, No. 511.

_____, 1953, Non-agnostidean trilobites of the Middle Cambrian of Sweden, Pt. III. *Ibid.*, Ser. C, No. 526.

Whitehouse F. W., 1936, The Cambrian Faunas of Northeastern Australia, Pt. I-II. *Mem. Queensland, Mus.* vol. II, No. 1.

_____, 1939, The Cambrian Faunas of Northeastern Australia, Pt. III. *Ibid.*, Vol. II, No. 3.

Whittington H. B. in Neuman R. B., 1964, Fossils in Ordovician Tuffs Northeastern Maine. *U.S. Geol. Surv. Bull.* 1181-E.

Whittington H. B., 1966, Phylogeny and Distribution of Ordovician Trilobites. *Journ. Paleont.*, vol. 40, no. 3, pp. 696—737.

— & Hughes C. P., 1972, Ordovician geography and faunal provinces deduced from trilobite distribution. *Philos. Trans. Roy. Soc. London, B*, vol. 263, no. 850, pp. 235—278.

Wilson J. T., 1966, Did the Atlantic close and then re-open? *Nature*, 211, pp. 676—681.

Wilson L. J., 1954, Late Cambrian and early Ordovician Trilobites from the Marathon Uplift, Texas. *Journ. Paleont.*, vol. 28, no. 3, pp. 249—285, 4 pls.

—, 1957, Geography of Olenid Trilobite Distribution and its Influence to Cambro-Ordovician Correlation. *Amer. Journ. Sci.*, vol. 255, pp. 321—340.

Winston D. & Harry N., 1967, Late Cambrian and Early Ordovician faunas from the Wilberns formation of Central Texas. *Journ. Paleont.*, vol. 41, no. 1.

Zhuravleva I. T., 1972, Early Cambrian Biostratigraphy and Geochronology according to the Archaeocyathi. 1968 *Internat. Paleont. Union*, 23rd *Internat. Geol. Congr.* pp. 361—376.

Балашова, Е. А., 1961, Некоторые Тремадокские Трилобиты Актюбинской Области. Ордовик Казахстана IV, *Труды инст. геол.*, АН СССР, вып. 18, стр. 102—145, Таб. 1—4.

Егорова, Л. И., 1955, Фауна Нижнего и Среднего Кембрия Бассейна Реки Катуни (Северо-Восточный Алтай). Львотефрат диссертации. Л.

Ившин, Н. К., 1953, Среднекембрийские Трилобиты Казахстана. Инст. Геол. Наук, АН Казахской ССР.

—, 1956, Верхнекембрийские Трилобиты Казахстана. Часть 1 Инст. Геол. Наук, АН Казахской ССР.

—, 1961, Корре Лячия Фаунистической Шкалы Кембрия Казахстана со Шкалами Восточной Сибири, Западной Европы и Северной Америки. Кембрийская Система. *Симпозиум XX Международного Геол. Конгр.* т. III, м.

—, 1962, Верхнекембрийские Трилобиты Казахстана, Часть 2 Инст. Геол. Наук, АН Казахской ССР.

Лермонтова, Е. В., 1940, Класс Трилобиты. *Атлас Руков. Форм Ископ. Фаун СССР*, т. 1-Кембрай.

—, 1951, Нижнекембрийские Трилобиты и Брахиоподы Восточной Сибири. Госгеолиздат.

Лисогор, А., 1961, Трилобиты Тремадокских и Смежных с ними Отложений Кендыктаса. Ордовик Казахстана IV, *Труды Инст. Геол.*, АН СССР, вып. 18, стр. 55—92, таб. 1—4.

Покровская, Н. В., 1958, Агностиды Среднего Кембрия Якутии, Часть 1. *Труды Геол. Инст.*, АН СССР, вып. 16.

—, 1959, Трилобитовая Fauna и Стратиграфия Кембрийских Отложений Тувы. *Труды Геол. Инст.*, АН СССР, вып. 27.

Полетаева, О. К., 1962, О Некоторых Новых Находках Кембрийских Трилобитов в Горном Алтас. *Труды СНИИГИМС*, 1962, вып. 23.

Ритина, Л. Н., 1966, Трилобиты Нижнего Кембрия Юга Сибири. АН СССР Сибирское отделение инст. геол. геофиз.

Репина, Л. Н., В. В. Хоментовский, И. Т. Журавлева, А. Ю. Розанов, 1964, Биостратиграфия Нижнего Кембрия Саяно-Алтайской Складчатой Области. АН СССР, Сибирское гдение инст. геол. и геофиз.

Розова, А. В., 1960, Верхнекембрийские Трилобиты Салайра. *Труды инст. геол. геофиз.*, АН СССР сибир. отд., вып. 5.

Суворова, Н. П., 1956, Трилобиты Кембрия Востока Сибирской Платформы, вып. 1, Протолениды. *Труды палеонт. инст.* АН СССР, том LXIII.

—, 1960, Трилобиты Кембрия Востока Сибирской Платформы вып. 2, Оленеллиды-Грануярииды. *Труды палеонт. инст.* АН СССР, том LXXXIV.

—, 1964, Трилобиты Коринексохониды и их Историческое Развитие. *Труды палеонт. инст.*, АН СССР, том CIII.

Черышева, Н. Е., 1960, Основы Палеонтологии. Членистоногие Трилобитообразные и Ракообразные.

—, 1961, Стратиграфия Кембрия Алданской антеклизы и Палеонтологическое Обоснование Вледдения Амгинского Яруса. *Труды ВСЕГЕИ*, том 49.

—, 1962, Кембрийские Трилобиты Семейства Ogyctocephalidae. *Труды ННИГА*, том 127, палеонт. и биостратиг., вып. 3.

Чугаева, М. Н., 1958, Трилобиты Ордовика Чу-Илийских Гор, Ордовик Казахстана III, *Труд геол. инст.*, АН СССР вып. 9, стр. 5—138, таб. I—II.

Хоментовский, В. В. и Л. Н. Репина, 1965, Нижний Кембрий и Стратотипического Разреза Сибири. АН СССР, Сибирское Отделение инст. геол. и геофиз.

图 版 说 明

图版 I. 东南类型的三叶虫

图 1. 斑点花球接子 *Lotagnostus punctatus* Lu 近于完整的个体(全型), $\times 6$ 。登记号码: 23711 浙江常山西阳山上寒武统上部西阳山组(GC 23)。

图 2. 剑形隐球接子 *Hypagnostus lanceolatus* Lu 完整的个体(全型), $\times 8$ 。登记号码: 23712 浙江江山大陈东北五里中寒武统杨柳岗群(CB 157)。

图 3, 4. 浙江盾球接子 *Aspidagnostus chekiangensis* Lu (新种) 3. 完整的个体(全型), $\times 6$ 。登记号码: 23713
4. 尾部, $\times 8$ 。登记号码: 23714 浙江常山西阳山(图 3, GC 7) 及常山五里亭天马山北坡(图 4, GC 3b) 上寒武统下部华严寺组。

图 5—7. 天山肿球接子 *Oidalagnostus tienshanicus* Lu (新种) 5. 头部(全型), $\times 6$ 。登记号码: 23715 6. 头部, $\times 6$ 。登记号码: 23716 7. 尾部, $\times 6$ 。登记号码: 23717 新疆东天山库鲁克区莫呼尔山北坡中寒武统莫呼尔山中上部(SKS 057)。

图 8. 张氏卵形球接子 *Ovalagnostus changi* (Lu) 近于完整个体的外模(全型), $\times 6$ 。登记号码: 23718 浙江江山中寒武统杨柳岗群(GC 53)。

图 9. 棒形假雕球接子 *Pseudoglyptagnostus clavatus* Lu 完整的个体(全型), $\times 5$ 。登记号码: 23719 浙江常山西阳山上寒武统下部华严寺组(GC 14)。

图 10. 库鲁克山畦沟球接子 *Sulcagnostus qurqensis* Lu (新种) 完整的个体(全型), $\times 8$ 。登记号码: 23720 新疆东天山库鲁克山区莫呼尔山北坡中寒武统莫呼尔山群(SKS 054)。

图 11. 刺平滑光球接子 *Lejopyge laevigata armata* (Linnarsson) 完整的个体, $\times 6$ 。登记号码: 23721 浙江江山大陈东北五里中寒武统杨柳岗群(CB 157)。

图 12, 13. 长刺稜角球接子比较种 *Ptychagnostus (Goniagnostus) cf. longispinus* Pokrovskaja 12. 完整个体的外模, $\times 8$ 。登记号码: 23722 13. 完整的个体, $\times 8$ 。登记号码: 23723 浙江江山大陈东北五里中寒武统杨柳岗群(CB 157)。

图 14. 中华油栉虫 *Olenus sinensis* Lu 头盖及胸部的一部分(全型), $\times 6$ 。登记号码: 23724 浙江江山大陈上寒武统西阳山组(CB 189)。

图 15, 16. 寄马冲拟德氏盾甲虫 *Paradamesops jimaensis* Yang (新属、新种) 15a—b. 头盖(全型), 背视和侧视, $\times 2$ 。16a—b. 尾部, 背视及侧视, $\times 3$ 。贵州玉屏寄马冲中寒武统顶部(图 15, 北京地质学院编号 1211301), 湖南新晃酒店塘中寒武统顶部(图 16, 北京地质学院编号 1430201)。

图 17. 脊形原大尾虫 *Promacropyge carinata* Lu 不完整的个体(全型), $\times 5$ 。登记号码: 23725 贵州三都董寨东侧上寒武统(15314-2-1)。

图版 II. 东南类型的三叶虫

图 1. 中缩原刺尾虫 *Proceratopyge constrictus* Lu 近于完整的个体(全型), $\times 6$ 。登记号码: 23726 浙江常山天马山至西阳山剖面上寒武统西阳山组中下部(GC 23)。

图 2. 江山原刺尾虫 *Proceratopyge kiangshanensis* Lu 不完整的个体(全型), $\times 3$ 。登记号码: 23727 浙江常山天马山至西阳山剖面上寒武统西阳山组中下部(GC 23)。

图 3. 盛氏赫定虫 *Hedinaspis shengi* Lu 头盖及不完整的胸部(全型), $\times 2.5$ 。登记号码: 23728 浙江常山天马山至西阳山剖面上寒武统西阳山组(GC 24)。

图 4. 醒目小瘤头虫 *Onchanotina vigilans* Lu 不完整的个体(全型), $\times 4$ 。登记号码: 23729 浙江常山西阳山上寒武统西阳山组(CB 194)。

图 5. 宽叶戈洛娃虫 *Jegorovaia expansa* Lu 头部及胸部的一部分(全型), $\times 8$ 。登记号码: 23730 浙江常山西阳山上寒武统西阳山组(CB 189)。

图 6, 7. 凸缘叶戈洛娃虫 *Jegorovaia convexa* Lu et Chien (新种) 6a, 6b 完整个体的外模, 为同一个标本从不同光源所摄的图片(全型), $\times 15$ 。登记号码: 23731 7. 不完整的个体, $\times 15$ 。登记号码: 23732 贵州三都水打寨上寒武统三都组(26—1876(13)—2, -3)。

图 8. 窄头叶戈洛娃虫 *Jegorovaia tenuis* Lu 不完整的头盖(全型), $\times 6$ 。登记号码: 23733 新疆东天山库鲁克山上寒武统突尔沙格塔格组(化 48)。

图 9. 宽颊盛氏虫 *Shengia genalata* Lu 不完整的头盖(全型), $\times 3$ 。登记号码: 23734 新疆库鲁克山上寒武统(化 38)。

图 10. 中华油栉虫 *Olenus sinensis* Lu 头盖, $\times 6$ 。登记号码: 23735 浙江江山大陈上寒武统西阳山组(CB 189)。

图 11. 寄马冲拟德氏盾甲虫 *Paradamesops jimaensis* Yang (新属、新种) 尾部及其外模, $\times 3$ 。登记号码: 23736 新疆东天山库鲁克区莫呼尔山中寒武统莫呼尔山群中上部(SKS 057)。

图版 III. 华北类型三叶虫

图 1—3. 朵丁湖南头虫(朵丁虫亚属) *Hunanocephalus (Duotingia) duottingensis* Chow (新亚属、新种) 1. 头盖(全型), $\times 10$ 。登记号码: 23737。2. 不完整的个体, $\times 10$ 。登记号码: 23738。3. 头部及胸部, $\times 10$ 。登记号码: 23739。贵州瓮安朵丁下寒武统下部(253—12—2F)。

图 4. 乌训古掘头虫 *Protoryctocephalus wuxunensis* Chow (新属、新种) 完整的背壳(全型), $\times 10$ 。登记号码: 21482 贵州凯里南皋下寒武统鸟训组上部(丹 59 中上)。

图 5. 疣点竹溪壳虫 *Chuchiaspis granosa* Chang (新属、新种) 头盖, $\times 6$ 。登记号码: 23740。湖北竹溪下寒武统(V 290 A—93)。

图 6, 7. 黑风庙竹溪壳虫 *Chuchiaspis heifengmiaoensis* Chu 6. 头盖(全型), $\times 4$ 。登记号码: 20501 7. 尾部, $\times 4$ 。登记号码: 20502。四川城口厚坪公社黑风庙下寒武统石龙洞组(CF—I—206)。

图 8. 窄边小盘虫 *Panxinella angustilimbata* Lin (新属、新种) 头盖(全型), $\times 5$ 。登记号码: 23741 贵州松桃盘信下寒武统清虚洞组(KH 067)。

图 9. 相似肖氏壳虫 *Schopfaspis similis* Chow (新种) 头盖(全型), $\times 8$ 。登记号码: 23742 贵州凯里南皋中寒武统甲劳组(丹 92)。

图 10—13. 四川辽宁虫 *Liaoningaspis sichuanensis* Chu (新种) 10. 头盖(全型), $\times 3$ 。登记号码: 21528。11. 头盖, $\times 3$ 。登记号码: 21529。12. 尾部, $\times 3$ 。登记号码: 21530。13. 尾部, $\times 3$ 。登记号码: 21531。四川丰都太平公社上寒武统下部(KCMF 17—18)。

图 14, 15. 兴仁小沟肋虫 *Solenopleurina xingrenensis* Chow (新种) 14. 头盖(全型), $\times 5$ 。登记号码: 21526。15. 尾部, $\times 5$ 。登记号码: 21527 贵州凯里南皋中寒武统甲劳组(丹 97)。

图 16. 标准恩施虫 *Enshia typica* Chu (新属、新种) 头盖(全型), $\times 7$ 。登记号码: 20518。湖北恩施茶山上寒武统中部(CF—III—1)。

图版 IV. 华北类型三叶虫

图 1—5. 似柱形丰都虫 *Fengduia subcylindrica* Chu 1. 头盖(全型), $\times 5$ 。登记号码: 21532。2. 头盖, $\times 5$ 。登记号码: 21533 3. 尾部, $\times 3$ 。登记号码: 21534 4. 尾部, $\times 3$ 。登记号码: 21535 5. 头盖, $\times 8$ 。登记号码: 20517 四川丰都太平公社(图 1—4, KCMF 17—18)及湖北咸丰丁寨(图 5, IV—75/45—2)上寒武统下部。

图 6—9. 恩施索克虫 *Saukia enshiensis* Chu (新种) 6a—b. 头盖(全型), 背视及前视, $\times 4$ 。登记号码: 20521。7a—b. 头盖, 背视及前视, $\times 4$ 。登记号码: 20522。

图 8. 活动颊, $\times 3$ 。登记号码: 20524 9. 尾部, $\times 4$ 。登记号码: 20527 湖北恩施茶山上寒武统上部(CF—III—4, 5, 6)。

图 10. 泾县索克虫 *Saukia jingxianensis* Chien (新种) 完整的背壳(全型), $\times 3$ 。登记号码: 23743 安徽泾县唐村上寒武统上部(D 1947—H 2—6)。

图 11. 扩鞍原索克虫 *Prosaukia diversa* Chien (新种) 头盖(全型), $\times 4$ 。登记号码: 23744 安徽泾县唐村上寒武统上部(D 1947—H 2—2)。

图 12. 前扩卡尔文虫 *Calvinella diversa* Chien (新种) 头盖(全型), $\times 4$ 。登记号码: 23745 安徽泾县唐村上寒武统上部(D 015—H 7—3)。

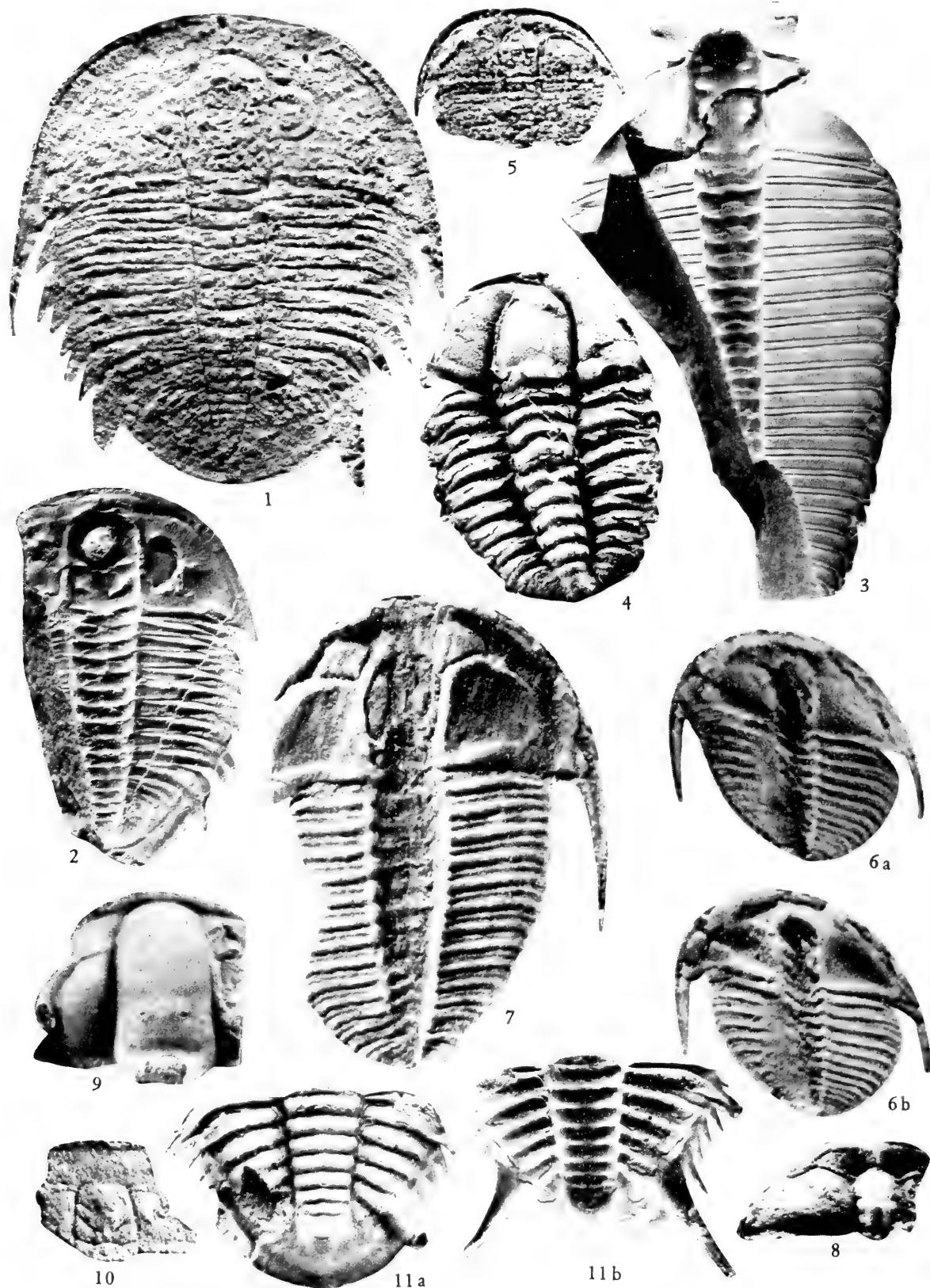
图 13. 北贡里泾县虫 *Jingxiania beigongliensis* Chien (新属、新种) 完整的背壳(全型), $\times 6$ 。登记号码: 23746 安徽泾县北贡里上寒武统上部(F 001)。

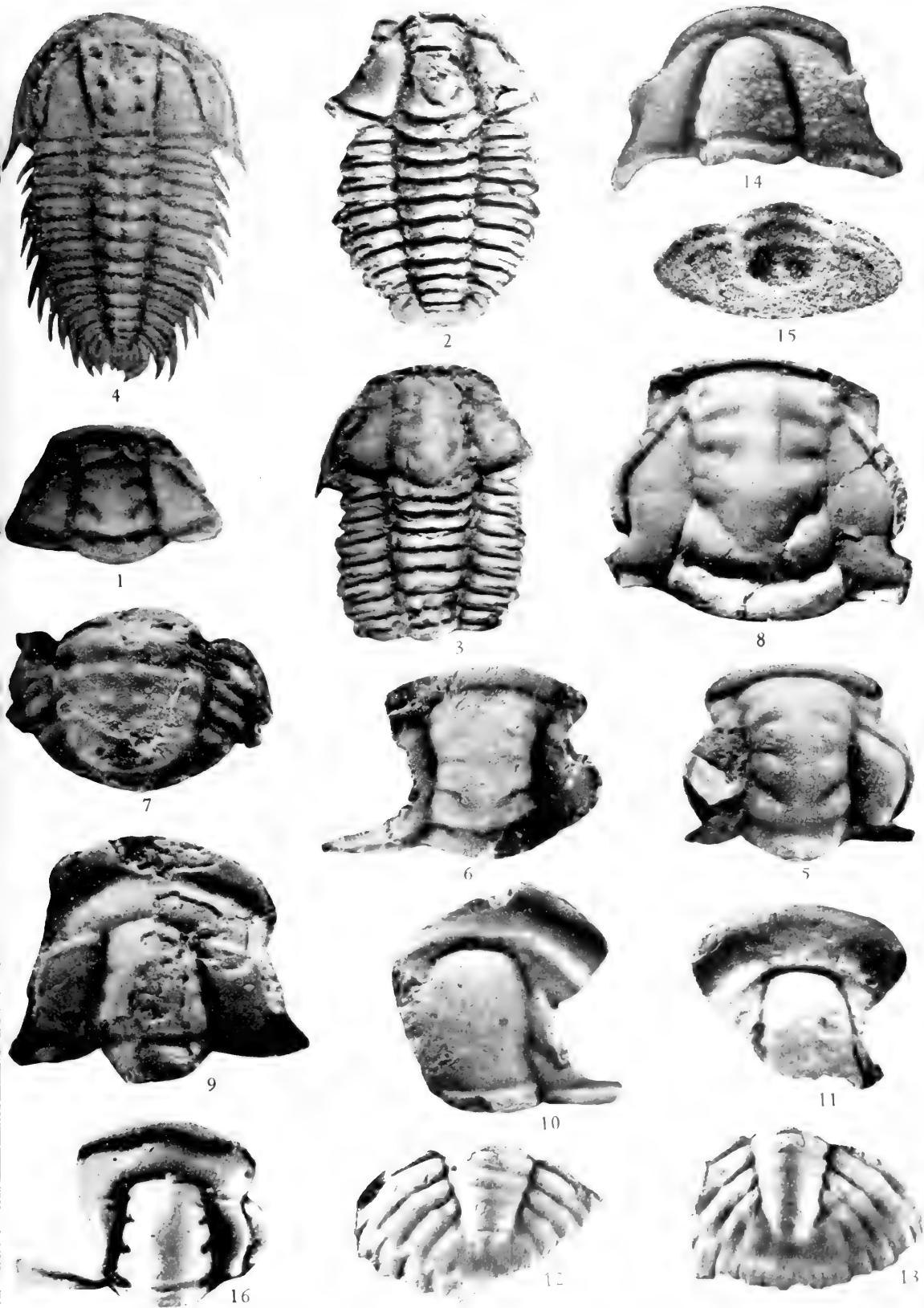
图 14. 庄里泾县虫 *Jingxiania zhuangliensis* Chien (新属、新种) 完整的背壳(全型), $\times 3$ 。登记号码: 23747 安徽泾县庄里唐村上寒武统上部(D 1947—H 1—3)。

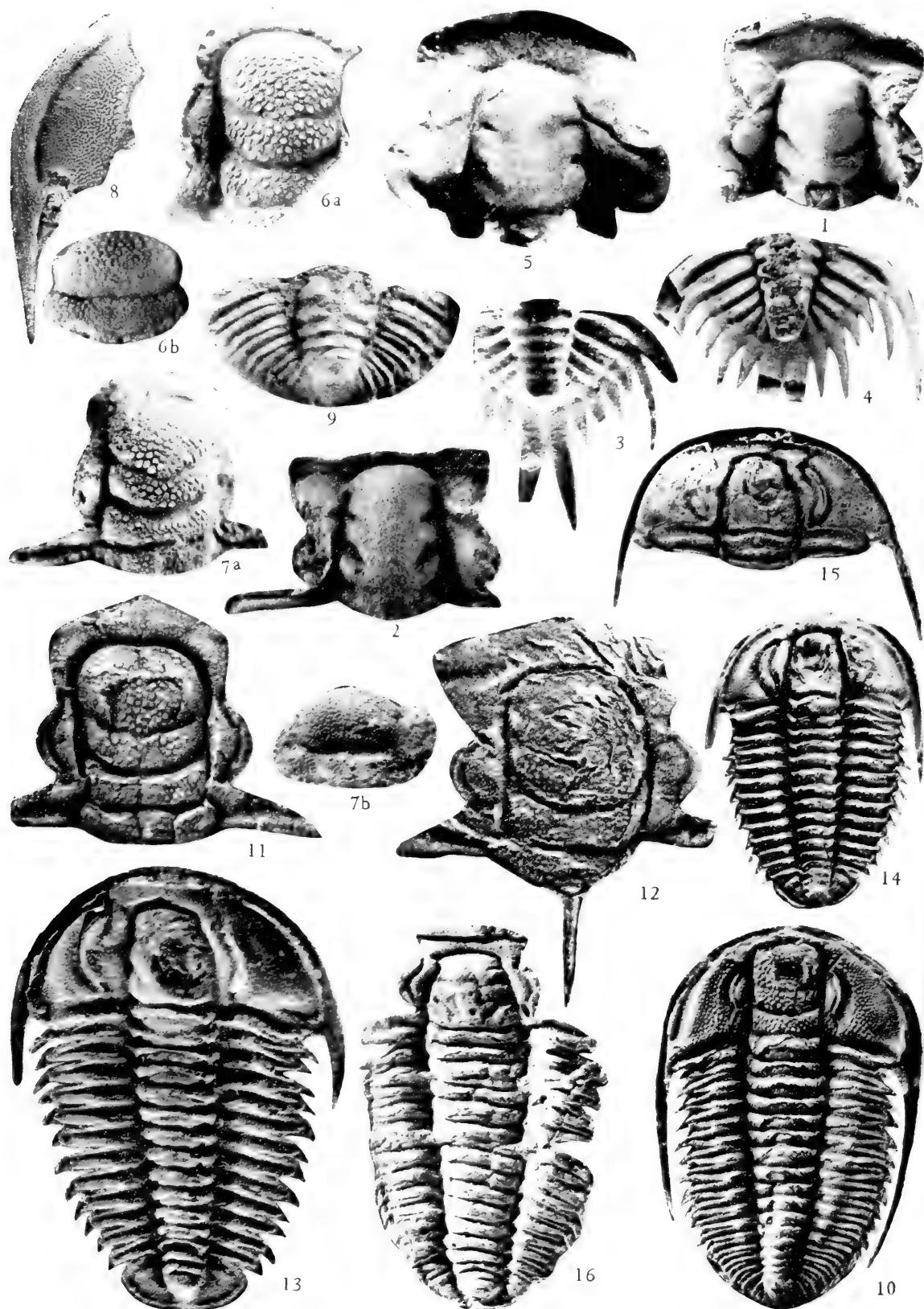
图 15. 唐村泾县虫 *Jingxiania tangcunensis* Chien (新属、新种) 头部及第一胸节(全型), $\times 4$ 。登记号码: 23748 安徽泾县庄里唐村上寒武统上部(D 1947—H 1—16)。

图 16. 横阔泾县虫 *Jingxiania transversa* Chien (新属、新种) 不完整的背壳(全型), $\times 4$ 。登记号码: 23749 安徽泾县庄里唐村上寒武统上部(D 1947—H 2—2)。









近年来中国二迭纪生物地层学的进展*

盛金章 李星学

(中国科学院南京地质古生物研究所)

内 容 提 要

本文扼要地介绍了中国二迭系的标准分层，并列表表示各组中所含主要生物群或化石带。对中国南部二迭系不同岩相中所含生物群作了概要地叙述和讨论，并根据瓣类动物群将中国南部二迭系与世界二迭系作了对比。

根据生物群特征和地层沉积关系，中国北部石千峰组应归为晚二迭世晚期。

简要介绍了西藏珠穆朗玛峰附近二迭系及所含生物群。

中国二迭纪地层分布很广，发育较全，化石材料丰富，沉积物种类繁多，一般可以分为两种类型：中国南部以海相碳酸盐沉积为主，含有许多门类的海相化石；中国北部以陆相砂、页岩沉积为主，含有丰富的植物化石。标准分层及所含重要生物群、化石带，可如表1所示。

中国南部海相二迭系的沉积次序非常清楚，是研究世界二迭系不可缺少的重要地区之一。

栖霞灰岩是中国南部二迭系最低的一个地层单位。在扬子江中、下游，其底部常为厚度不大的陆相沉积或海陆交互相沉积所代替，含有早二迭世早期的植物化石。栖霞灰岩一般假整合在含 *Pseudoschwagerina* (假希瓦格瓣) 动物群的马平灰岩或船山灰岩之上。今后注意研究一些沉积比较连续的剖面，对于具体了解石炭纪末、二迭纪初动物群的演变，是有重要意义的。

由于在东南沿海的闽、浙、苏、皖等省栖霞灰岩中陆续发现了 *Cancellina* (格子瓣) 动物群，过去置于茅口灰岩下部的 *Cancellina* 亚带，现在改归入栖霞灰岩。这个亚带，在福建西部，位于文笔山组之下；在江西西部，位于丁家山组之下，在江苏及安徽南部，位于孤峰组之下。文笔山组、丁家山组和孤峰组与茅口灰岩为同时异相，在岩性上和栖霞灰岩有明显的区别，界线比较清楚。

在四川盆地及贵州北部，栖霞灰岩与茅口灰岩的分界一般以 *Cryptospirifer* (隐石燕) 的出现作为茅口期沉积开始。栖霞灰岩中甚为丰富的 *Polythecalis* (多壁珊瑚) 和 *Hayashikai* (早坂珊瑚)，在许多剖面上可以上延到茅口灰岩底部。另外，*Cancellina* 动物群的分布似乎具有一定的区域性。它在盆地西面的灌县栖霞灰岩中大量出现，向北至绵竹数量减少，更北至广元更少，在盆地西北的旺苍、南江以及盆地中部的华蓥山等地，则未有发现。

海南岛西部发现丰富的以 *Parafusulina* (拟纺锤瓣) 为主的栖霞期瓣类动物群。

* 文中表1的化石名单，珊瑚类是由吴望始、菊石类是由梁希洛、腕足类是由金玉玕和廖卓庭、苔藓虫类是由夏凤生等同志提供的。此外，新疆区测大队达应泰同志还提供了复通道瓣的几个新产地。

栖霞期的瓣类重要分子 *Misellina* (米斯瓣) 及 *Parafusulina* 等, 在内蒙南部亦有发现, 说明在栖霞期, 中国南部的海水和内蒙海之间是相互沟通的。

栖霞灰岩的菊石类较少, 已发现菊石的地点不多。贵州郎岱茅口河以东拉当附近栖霞灰岩下部页岩中发现的 *Propopanoceras* (原饼菊石) 和青海都兰发现的 *Popanoceras* (饼菊石), 都具有重要的地层意义。特别是, *Propopanoceras* 的发现, 为栖霞灰岩下部和二迭系标准地区苏联乌拉尔山西坡狭义的萨克马尔组 (Sakmarian) 对比, 提供了可靠的化石证据。从而说明, 乌拉尔西坡二迭系的底界以划在萨克马尔组底部比较合宜。

茅口灰岩连续沉积在栖霞灰岩之上, 在局部地区相变为页岩或硅质页岩。灰岩相富含特提斯海区的瓣类及珊瑚类动物群。硅质页岩相中产有菊石类、腕足类、双壳类及牙形类 *Gondolella nankingensis* Ching (南京舟牙形刺), *Ozarkdina lungtanensis* Ching (龙潭奥泽克牙形刺), 为我国茅口期沉积和世界其他地区含类似动物群的地层进行对比提供了新的证据。

茅口灰岩上部的 *Yabeina* (矢部瓣) 带, 在瓣类动物群方面, 和其下的 *Neoschwagerina* (新希瓦格瓣) 带的关系非常密切, 而和其上的 *Codonofusiella* (喇叭瓣) 带的组成分子区别较大。*Yabeina* 带在国外大都把它归入晚二迭世, 应作为早二迭世晚期的一个化石带。

我国台湾省中部亦发现有茅口期的瓣类 *?Neoschwagerina*, *?Parafusulina* 及 *?Schwagerina* (希瓦格瓣) 等。

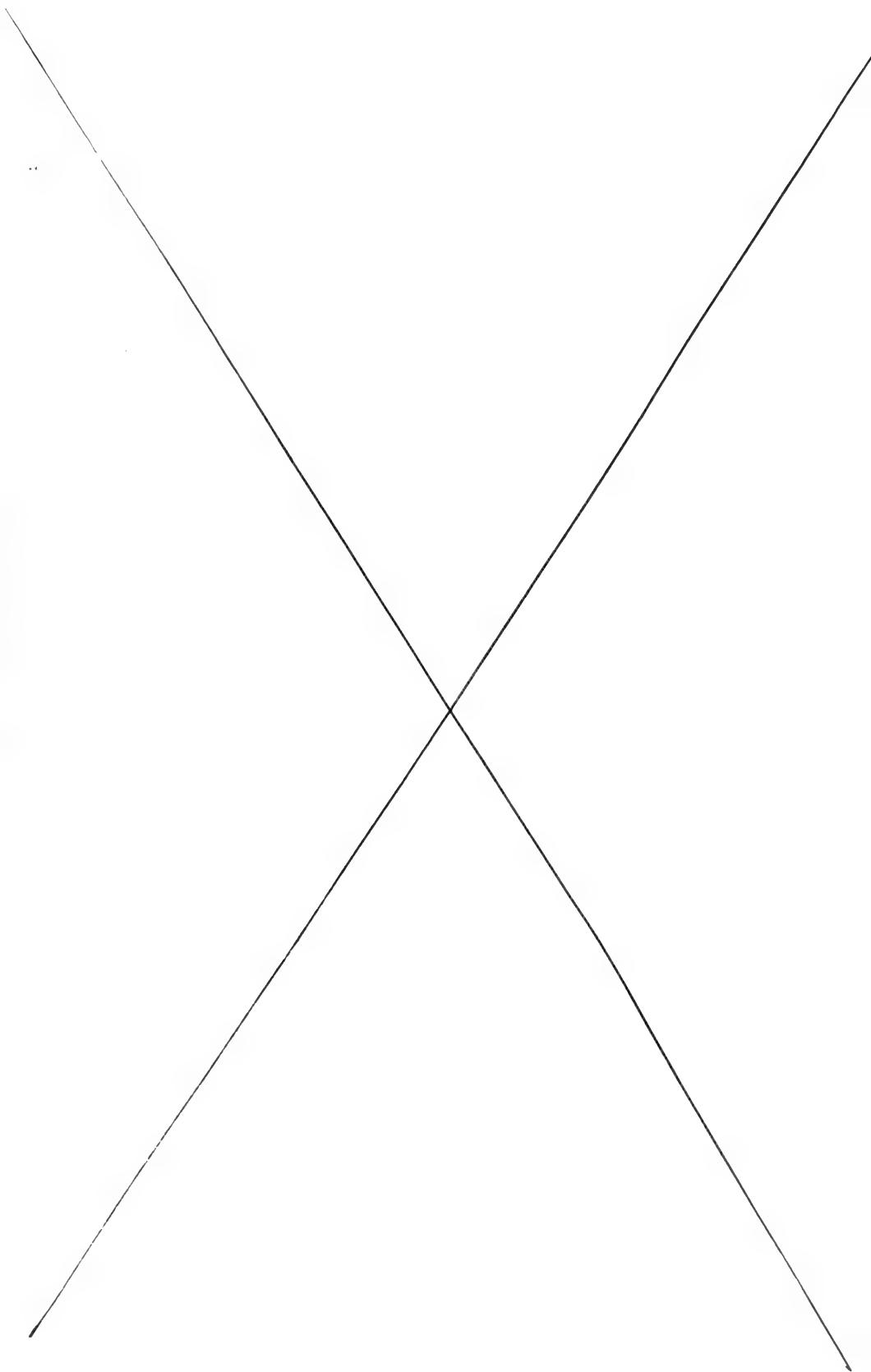
常见于美国中、南部及零星分布在特提斯海区的 *Polydixodina* (复通道瓣), 仅在我国云南西部、秦岭西段及祁连山南麓发现, 一般为单独产出。但最近在新疆阿尔金山及西昆仑山发现的 *Polydixodina* 是和 *Afghanella* (阿富汗瓣) 与 *Yangchienia* (杨铨瓣) 共生的。祁连山南麓 *Polydixodina* 的层位在 *Verbeekina crassispira* Chen (厚壁费伯克瓣) 层之下约 20 米。总的印象是, *Polydixodina* 的层位大致相当或稍低于 *Neoschwagerina* 带。

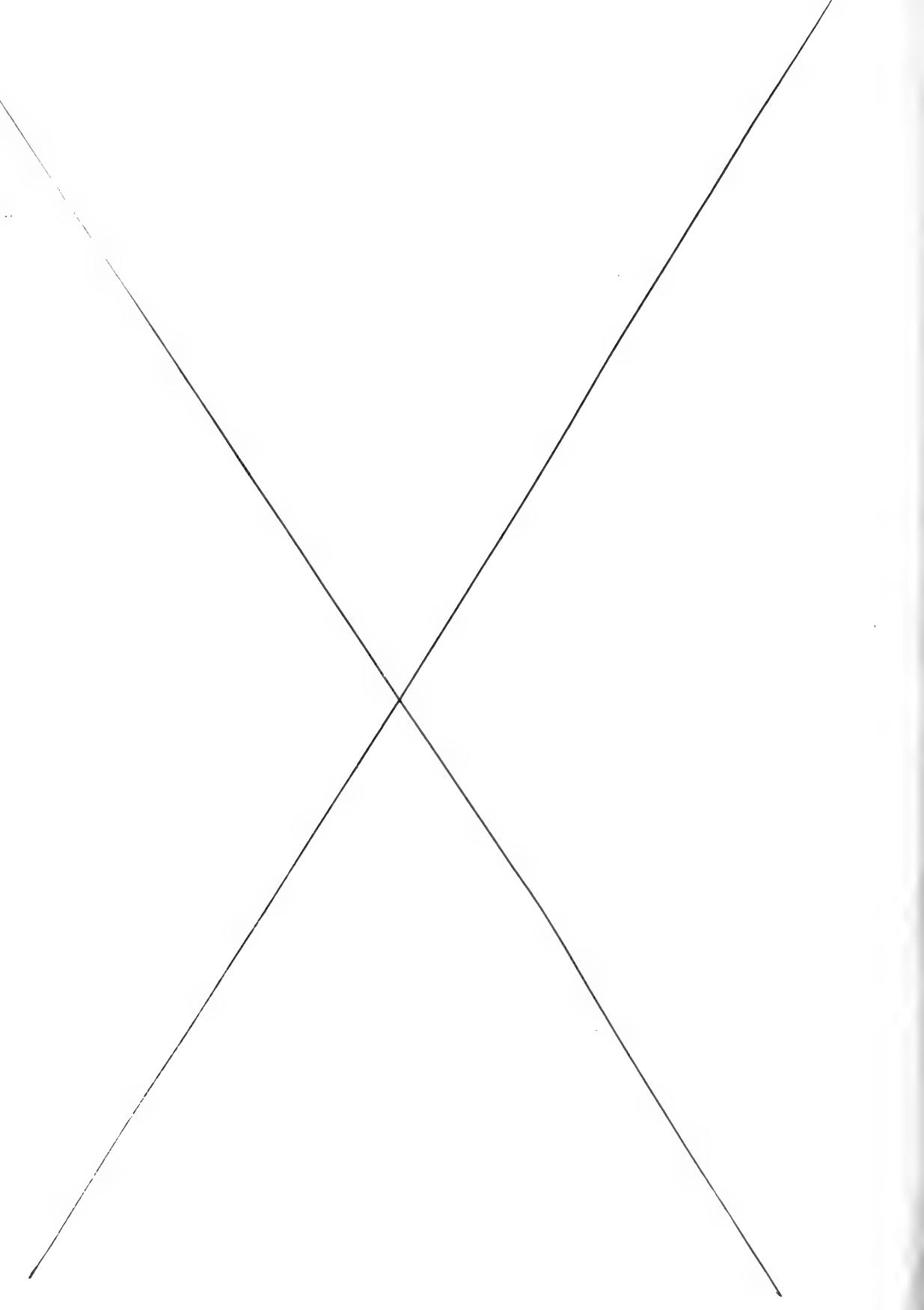
茅口期之后, 东吴运动发生。茅口灰岩与上覆岩层之间普遍为假整合接触。茅口末期, 在西南地区并有大规模火山活动, 至晚二迭世末期仍未停止。东吴运动之后, 海水大退, 我国南部广大地区在晚二迭世早期沦为边海滨平原, 海水进退频繁。在海水变动较小区域, 沉积物仍以灰岩为主 (吴家坪灰岩), 但大部分地区为海陆交替相或滨海沼泽相沉积 (含大羽羊齿煤系或龙潭组)。晚二迭世晚期, 海水复进, 但其深度远不如早二迭世为大。

吴家坪灰岩以产瓣类 *Codonofusiella* 最多, 称为 *Codonofusiella* 带。珊瑚类 *Asserculinia pendula* (Grabau) (钟摆状阿苏喀林珊瑚) 及 *Liangshanophyllum wengchengense* (Huang) (瓮城梁山珊瑚) 等是这个带中常见的重要分子。

吴家坪灰岩中菊石类很少, 但在扬子江下游的江西、安徽及江苏南部和它相当的龙潭组中却发现了不少完美的标本如 *Anderssonoceras* (安德生菊石), *Prototoceras* (前耳菊石), *Araxoceras* (阿拉克斯菊石) 及 *Konglingites* (孔岭菊石) 等。这些菊石类的发现, 强有力地证明了含有相同类型菊石的苏联外高加索地区的朱尔法层 (Dzhulfa beds), 过去一直被世界上许多古生物学者看作是代表晚二迭世的最高层位者, 实际上只是与我国南部的龙潭组相当, 代表晚二迭早期沉积。

龙潭组中除动物化石以外, 在植物群方面也有相当丰富的内容。到目前为止, 在这个组中已知的植物化石约有 100 种, 代表分子有: *Lepidodendron acutangulum* (Halle) (锐





角鳞木), *Sphenophyllum sino-coreanum* Yabe (中朝楔叶), *Sphenophyllum speciosum* (Royle) (美楔叶), *Lobatannularia multifolia* Konno et Asama (多叶瓣轮叶), *Annularia shirakii* Kawasaki (短瓣轮叶), *Schizoneura manchuriensis* Konno (东北裂鞘叶), *Phyllotheca cf. etheridgei* Arber [伞杯叶(比较种)], *Pecopteris anderssonii* Halle (镰刀栉羊齿), *Cladophlebis permica* Lee et Wang (二迭枝脉蕨), *Neuropteridium coreanicum* Koiwai (多形羽脉羊齿), *Compsopteris contracta* Gu et Zhi (基缩蕉羊齿), *Gigantopteris nicotianaefolia* Schenk (烟叶大羽羊齿), *Gigantopteris dictyophylloides* Gu et Zhi (阔叶大羽羊齿), *Gigantonoclea acuminatiloba* Shimakura (尖瓣单网羊齿), *Gigantonoclea hallei* Asama (栗叶单网羊齿), *Glossopteris guizhouensis* Gu et Zhi (贵州舌羊齿), *Rhipidopsis panii* Chow (楔扇叶), *Rhipidopsis cf. ginkgooides* Schmalh. [银杏状扇叶(比较种)], *Pseudorhipidopsis brevicaulis* (Kawasaki et Konno) Pan (异叶), *Otofolium polymorphum* Gu et Zhi (多形耳叶)等。其中 *Sphenophyllum speciosum* (Royle), *Glossopteris guizhouensis* Gu et Zhi, *Schizoneura manchuriensis* Konno, *Phyllotheca cf. etheridgei* Arber 及 *Rhipidopsis cf. ginkgooides* Schmalh. 等为 *Glossopteris* 植物群或冈瓦那 (Gondwana) 植物群的特有属种或极为近似的分子, 说明龙潭植物群和冈瓦那植物群是有密切联系的。

长兴灰岩是中国南部海相二迭系的最高层位, 下和吴家坪灰岩为连续沉积, 假整合在含 *Ophiceras* (蛇菊石) 或 *Claraia* (克氏蛤) 动物群的三迭系之下。这层灰岩富产 *Palaeofusulina* (古纺锤瓣) 动物群, 称为 *Palaeofusulina* 带。长兴期和吴家坪期的瓣类动物群有着密切的亲缘关系。在长兴灰岩的标准地点浙江西部长兴煤山地区, 长兴灰岩中产有大量完美的菊石类化石, 其中绝大多数都是新分子。类似的菊石群, 也在我国南部许多地点的大隆组中陆续发现。大隆组为硅质层, 和长兴灰岩的一部分或其全部为相变关系。这些菊石除少数属如 *Pseudogastrioceras* (假腹菊石) 及 *Stacheoceras* (斯塔菊石) 在世界其他地区有记载以外, 绝大部分是我国南部所特有的, 代表晚二迭世后期一个新的菊石群, 称为华夏菊石群或 *Pseudotriolites-Pleuronodoceras* (假提罗菊石-肋瘤菊石) 带。这个带, 和 *Palaeofusulina* 带一样, 可以代表世界上古生界最高的化石带。

类似长兴期的瓣类动物群, 在世界上其他地区仅有零星报道。北帕米尔地区苏联境内含 *Colaniella* (柯兰妮虫) 及 *Codonofusiella* 的砂页岩沉积, 可能只有一部分和长兴灰岩相当。苏联锡霍特-阿林地区 (Sikhote-Alin) 的 *Colaniella parva* (小柯兰妮虫) 带, 南斯拉夫南部裸海松石灰岩 (*Gymnocodium* Kalk), 产 *Palaeofusulina nana* Likharev (矮小古纺锤瓣), 大致可以和 *Palaeofusulina* 带对比。印度支那地区含 *Palaeofusulina* 的石灰岩层应和长兴灰岩同时。苏联北高加索地区的上二迭统自下而上分为: (1) 固丹 (Kutan) 组, 含 *Palaeofusulina*; (2) 尼基亭 (Nikitin) 组, 含 *Palaeofusulina*, *Codonofusiella*, *Reichelina* (拉且尔瓣), *Parafusulina* 及 *Neoschwagerina* 等; (3) 乌鲁希腾 (Urushten) 组, 含 *Palaeofusulina*, *Codonofusiella* 及 *Reichelina*。看来, 这三层的地层次序是混乱的, 至少是很不清楚的。

苏联外高加索含 *Paratirolites* (副提罗菊石) 的岩组大致相当或略低于我国 *Pseudotriolites-pleuronodoceras* 带。

值得特别提出的是, 近年来, 在巴基斯坦盐岭, 克什米尔等地, 发现三迭系底部存在二

迭纪动物群的孑遗分子,也可能是二迭、三迭纪混生动物群。在我国四川华蓥山等地也发现有类似的事实。这个问题值得今后注意。我国南部海相二迭系发育较全,出露较好,化石丰富,是解决这个问题的有利条件。

西藏珠穆朗玛峰附近的二迭系称为色龙群,主要为泥质灰岩和页岩互层,含腕足类 *Spiriferella* (小石燕), *Costiferina* (粗线贝), *Marginifera* (围脊贝), *Permundaria* (皱纹贝), *Wydhamia* (万德汉贝), *Wyatkina* (怀特克贝), *Fusispirifer* (梭石燕), *Neospirifer* (新石燕);珊瑚类 *Wannerophyllum* (沃纳珊瑚), *Tachylasma* (厚壁珊瑚), *Lytvolasma* (板轴珊瑚), *Plerophyllum* (满珊瑚), *Lophophylloidium* (顶柱珊瑚), *Cyathocarinia* (脊板杯珊瑚), *Amplexocarinia* (脊板包珊瑚);苔藓虫类 *Stenopora* (窄管苔藓虫), *Fistulotrypa* (笛孔苔藓虫), *Polypora* (多孔苔藓虫), *Fenestella* (窗格苔藓虫), *Streblotrypa* (扭曲苔藓虫);头足类 *Altudoceras* (阿尔图菊石)及少数腹足类、双壳类和方锥石等。这个动物群中特有的属群如腕足类 *Wydhamia*, *Wyatkina*, *Spiriferella*, *Neospirifer*, 珊瑚类 *Wannerophyllum*, *Cyathocarinia*, *Amplexocarinia* 及 *Lytvolasma* 等,在我国甘肃北山、内蒙及东北北部均有发现,但至今尚未在我国南部见及。色龙动物群代表另一沉积环境下的另一动物群组合,它的时代属早二迭世晚期。

根据瓣类动物群,中国南部二迭系和世界上二迭系的对比,可如表 2 所示。

中国北部的二迭系,除早二迭世早期山西组底部偶夹海相钙质页岩外,全属陆相沉积,而且从早二迭世晚期的下石盒子组起,主要是砂、页岩杂色互层,先是以黄色为主,往后,红色逐渐加重,到晚二迭世晚期的石千峰组,几乎全为红色为主的干旱沉积。

山西组的岩性和含煤情况虽和晚石炭世太原群相似,但植物群的组成内容却和早二迭世下石盒子组非常近似,其代表分子有: *Lobatannularia sinensis* Halle (中国瓣轮叶), *Sphenophyllum thonii* Mahr (畸楔叶), *Pecopteris wongii* Halle (山西栉羊齿), *Emplectopteris triangularis* Halle (织羊齿), *Emplertopteridium alatum* Kawasaki (编羊齿), *Taeniopteris multinervis* Weiss (多脉带羊齿), *Taeniopteris mucronata* Kawasaki (尖头带羊齿), *Tingia hamaguchii* Konno (菱齿叶)等。山西组也应属早二迭世沉积。

由于山西组的上、下界线已经确定,所含植物群的面貌已经基本清楚,从而澄清了长期以来视山西组为石炭二迭纪或二迭斯梯芬 (Pexmo-Stephanian) 的含糊概念,有利于今后国内外同期沉积的正确对比。

过去把中国北部各地古生代和中生代之间的以红色为主的杂色岩沉积,统称为石千峰组,对其时代争议较多。实际上,不同地区的这套红色岩层并不全是同一时期的沉积。以山西宁武剖面为例,自下而上可分为:(1)孙家沟段、(2)刘家沟段和(3)和尚沟段。太原西山标准剖面上的石千峰组仅为孙家沟段与刘家沟段之和,和尚沟段被剥蚀以去。有的地区,在和尚沟段之上,还有一套杂色地层,称为二马营群,其中含有早、中三迭世脊椎动物化石 *Sinokannemeyeria* (中国肯氏兽)等,过去亦误归为石千峰组。石千峰组应为晚二迭世晚期沉积。

在山西保德,石千峰组下部孙家沟段中产有脊椎动物化石 *Shihtienfenia permica* Young et Yeh (二迭石千峰龙),属锯齿龙目 (Pareiasauria)。锯齿龙类主要生活于二迭纪。孙家沟段应为二迭纪沉积。

此外，在陕北府谷石千峰组上部的和尚沟段中还发现有孢粉 43 属 122 种。其中蕨类植物主要属有 *Puctatisporites* (圆形光面孢)、*Calamospora* (芦木孢)、*Verrucosporites* (块瘤三缝孢)、*Planisporites* (刺面三缝孢) 和 *Lycospora* (鳞木孢, 极少), 裸子植物主要属有 *Cordaitina* (科达特粉)、*Florinites* (周翼粉) 和两囊具肋粉的主要代表属 (*Disaccistratitii*) 包括 *Lueckisporites* (两肋粉)、*Voltziaceaesporites* (伏脂杉粉)、*Ginkgo-cycadophyta* (苏铁银杏粉) 和 *Ephedripites* (麻黄粉) 等。

整个组合以裸子植物花粉占优势, 共 60% 弱, 蕨类植物孢子占 40% 强。蕨类植物中以真蕨目 (Filicales) 为主, 木贼目 (Equisetales) 和楔叶目 (Sphenophyllales) 次之, 石松纲 (Lycopida) 仅起微弱作用; 裸子植物中以松柏目 (Coniferales) 占绝对优势, 苏铁银杏类 (*Ginkgo-cycadophyta*) 次之, 其他如科达特目 (Cordaitales)、开通目 (Caytoniales)、苏铁杉目 (Podozamitales) 都很少。还有属于裸子植物分类位置不明的两类即 *Cordaitina* 和两囊具肋粉, 在组合中亦占显著地位。

孢粉组合的比较表明, 石千峰组沉积时期的植物群与晚期华夏植物群 (上石盒子组) 有着明显的继承关系: 表现在某些蕨类植物的继续繁衍及裸子植物 (许多在下石盒子组已发生) 得到了飞跃的发展。苏铁银杏类有了增长。这种植物群的演替趋势是与世界二迭纪植被演化趋势大体一致的。

与世界各地二迭三迭纪已知组合中的种的详细比较显示出: 这个组合中接近二迭纪的程度远比早、中三迭世为强。与已知二迭纪分子相近的共有 40 种左右, 而与早、中三迭世组合相似的仅 10 余种。因而从孢粉组合上也可以得出结论: 石千峰组以归入晚二迭世较为适宜。

最近, 在东北南部本溪煤田林家崴子附近 (林家组标准剖面所在地), 发现不少植物化石, 内有 *Lobatannularia* cf. *heianensis* (Kodaira) [平安瓣轮叶 (比较种)]、*Facispteris* cf. *hallei* (Stockm. et Math.) [弧束羊齿 (比较种)]、*Callipteris* cf. *zeilleri* Zalessky [蔡耶美羊齿 (比较种)]、*Oligocarpia* sp. [稀囊蕨 (未定种)]、*Taeniopteris* spp. (带羊齿, 数种) 和另一同安加拉植物群二迭纪分子相近的新属, 等等。这是一个以华夏植物群代表分子为主的典型二迭纪植物群。这一发现表明, 林家组的层位大致应与华北石千峰组的上部相当, 紧伏于其下的、以红色砂、砾岩为主的“大峪统”, 亦非属于晚白垩世真正的大峪统, 而是相当于华北石千峰组下部的红色沉积。因而, 不仅过去误视为属于晚白垩世甚至第三纪*的林家组应改归于晚二迭世, 并且更进一步证明华北的石千峰组属于晚二迭世无疑。

除此以外, 在东北北部、内蒙北部、甘肃西部和新疆塔里木盆地以北的广大地区内, 陆续发现了安加拉 (Angara) 植物群晚二迭世的代表属种如 *Callipteris zeilleri* Zalessky (蔡耶美羊齿)、*Zamiopteris glossopterooides* Zalessky (舌匙羊齿)、*Iniopteris sibirica* Zalessky (畸掌羊齿) 及 *Comia yichunensis* Huang (伊春异脉羊齿) 等。这类化石, 仅在个别地点发现有与我国南部龙潭组或北部上石盒子组中的分子混生。是我国北部晚二迭世另一类型的陆相沉积。

* 王钰等, 1954, 辽东太子河流域地层。地质学报, 34 卷, 2 期, 141—142 页。



参考文献

穆恩之、尹集祥、文世宣、王义刚、章炳高, 1973, 中国西藏南部珠穆朗玛峰地区的地层。中国科学, 第一期。
中国科学院南京地质古生物研究所, 1973, 西南地区地层古生物手册。科学出版社。

卢衍豪, 1956, 汉中梁山二迭纪并论中国南部二迭纪的分层和对比: 地质学报, 36卷, 2期, 159—196页。

李星学, 1963, 中国晚古生代陆相地层: 科学出版社。1—168页。

欧阳舒、卢礼昌, 陕北石千峰组孢粉组合及其地质时代的讨论(未刊资料)。

赵金科, 1966, 中国南部二迭系菊石层: 地层学杂志, 1卷, 2期, 170—181页。

盛金章, 1962, 中国的二迭系: 科学出版社, 1—95页。

杨钟健、叶祥奎, 1963, 锯齿龙类在我国的初次发现: 古脊椎与古人类, 7卷, 3期, 195—205页。

Colani, M., 1924, Nouvelle contribution a l'étude des Fusulinidés de l'Extrême Orient: *Service Géol. de l'Indochine, Mem.*, vol. 11, fasc. 1, pp. 79—82.

Douglas, J. A., 1950, The Carboniferous and Permian Faunas of south Iran and Iranian Baluchistan: *Pal. Indica, N. S. vol. XXII, Mem. no. 7*

Kochansky-Devidé, V., 1958, Die Neoschwagerinenfaunen der Südlichen Crna Gora (Jugoslawien): *Geol. Vjesnik (Zagreb)*, v. 11 (1957), pp. 45—76, 6 pls.

Lange, E., 1925, Eine mittelpermische Fauna von Guguk-Bulat (Padanger Oberland, Sumatra): *Uerh. Geol. Mijnb. Genoot. Nederl. Kol. Geol.*, ser. D, Nr. 7.

Leven, E. Ya., 1965, O Stratigraphicheskom znachenii roda *Polydioxodina* Dunbar et Skinner, 1931: *Akad. Nauk SSSR, Geol. Inst., Voprosy Mikropaleontologii*, no. 9, pp. 129—146, 6 pls.

Lloyd, A. J., 1963, Fusulinids from the Zinnar Formation (Lower Permian) of northern Iraq: *Jour. Paleontology*, v. 37, no. 4, pp. 889—899, pls. 116—120, 2 text-figs. (graphs).

Miklukho-Maklai, A. D., 1963, Upper Paleozoic of Central Asia: *Izdatel'stvo Leningrad Univ.*, 328 p., 8 pls., 18 figs., 13 tables.

Skinner, J. W. & Wilde, G. L., 1966, Permian fusulinids from Pacific Northwest and Alaska: *Kansas Univ., Paleont. Contr.*, Paper 4, 64 p., 49 pls., 10 figs.

_____, 1966, Permian fusulinids from Sicily: *Ibid., Paper 8*, 16 p., 20 pls. 1 fig.

_____, 1967, Permian foraminifera from Tunisia: *Ibid., Paper 30*, 22 p., 32 pls.

_____, 1969, Permian foraminifera from Turkey: *Ibid., Paper 36*, 14 p., 32 pls., 2 figs.

Sosnina, M. I., 1965, Nekotorye Permskie fuzulinidy i lagenidy Sikhote-Alinya: *Gosud. Geol. komitet SSSR, Vses. Nauchno-Issledov. Geol. Inst. new ser.*, v. 115, *Biostrat. Sbornik*, no. 1, pp. 142—168, pls. 1—5.

Thompson, M. L., 1946, Permian fusulinids from Afghanistan: *Jour. Pal.*, v. 20, pp. 140—157, pls. 23—26, 1 text-fig.

Toriyama, R., 1967, The fusulinacean zones of Japan: *Kyushu Univ., Fac. Sci., Mem., ser. D*, v. 18, no. 1, pp. 35—260, 11 text-figs, 2 correlation charts.

1974. 3. 15.

南京植物所

类别	简单
单号	1.35
单号	0223834
开票日期	24.3.15.

MEMOIRS OF NANKING INSTITUTE OF
GEOLOGY AND PALAEONTOLOGY NO. 5

CONTENTS

On the Classification and Correlation of the Sinian System in China, Based on a Study	20116	Tsao Rui-chi, Liang Yu-zhou (1)
Bio-environn		58.317
Biostrat		291
Recent Advan		:5

中国科学院南京地质古生物研究所
集刊 第三号 1974
ee Hsing-hsueh (117)

借者	借期	借者	借期
李世英	74.4.5		
6275612	2003年7月1日		

58.317

291

:5

注意

請勿在書上批改圈點，
20116 折角。

植物所圖

MEMOIRS
OF
NANKING INSTITUTE OF
GEOLOGY AND PALAEONTOLOGY

Academia Sinica

No. 5

SCIENCE PRESS

1974